

তারিখ পত্র

বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষৎ গ্রন্থাগার

বিশেষ জ্ঞপ্তি : এই পুস্তক ১৫ দিনের মধ্যে ফেরত দিতে হইবে।

গ্রহণের তারিখ	গ্রহণের তারিখ	গ্রহণের তারিখ	গ্রহণের তারিখ	গ্রহণের তারিখ
২/১০/১৩				







# RASAYANA-SUTRA

BEING

A TREATISE ON ELEMENTARY PHYSICS AND CHEMISTRY

IN BENGALI,

CONTAINING A FULL COURSE IN PHYSICS AND CHEMISTRY

FOR

VERNACULAR MEDICAL SCHOOLS

IN BENGAL.



BY

Asst. Surgn. CHUNI LAL BOSE, M.B.,

*Fellow of the Chemical Society, London,  
Additional Chemical Examiner to the Government of Bengal,  
Assistant Professor of Chemistry, Medical College, Calcutta,  
Teacher of Chemistry, Campbell Medical School, Scaldah,  
Lecturer on Practical Chemistry, Calcutta Medical School,  
Author of "FALITA-RASAYANA."*

PART I.

রসায়ন-সূত্র ।

বাল্লা মেডিক্যাল স্কুল সমূহের ছাত্রগণের শিক্ষার্থ শিক্ষা-বিভাগ-  
গের ডিরেক্টর মহোদয় কর্তৃক নির্ধারিত রসায়ন ও  
পদার্থ-বিজ্ঞান-মূলক পাঠ্য বিষয় এই  
পুস্তকে সন্নিবেশিত হইয়াছে।

শ্রীচুনিলাল বসু, এম. বি. এফ., সি. এস.,

দ্বারা প্রণীত।

প্রথম ভাগ।

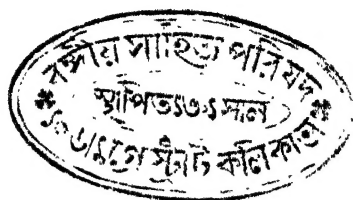
1897.



---

PRINTED BY KSHIRODE CHANDRA DASS, AT THE 'POORAN PRESS,'  
21, BOLORAM GHOSE'S STREET, SHAMBAZAR, CALCUTTA.

---



On

**Surgn. Major JAMES BARRY GIBBONS, M.B.,**

**SUPERINTENDENT**

**OF THE**

**CAMPBELL MEDICAL SCHOOL, SEALDAH,**

**AND**

**PROFESSOR OF MEDICAL JURISPRUDENCE**

**IN THE**

**CALCUTTA MEDICAL COLLEGE,**

**THIS LITTLE VOLUME**

**IS INSCRIBED**

**AS A MARK OF RESPECT**

**And in Grateful acknowledgment of**

**MANY ACTS OF KINDNESS**

**TO HIS OLD PUPIL**

*The Author.*



## PREFACE.



Last year when lecturing to the students of the Campbell Medical School, Sealdah, I noticed that the want of a comprehensive Bengali text book treating of all the subjects constituting the Course in Physics and Chemistry as prescribed by the Director of Public Instruction for Vernacular Medical Schools in Bengal was strongly felt by the students.

This book is intended to supply the want. It embodies my *Lecture Notes* delivered to the students of the Campbell Medical School during the Session 1896-97 and contains, in addition to the subjects laid down in the Course, short notices on various matters connected with Heat, Electricity and Chemistry which it is necessary for all medical students to know.

The book is divided into two parts. The first part treats of *Heat, Electricity* and the *Non-metals* which form the Course for the First year. The second part deals with the *Metals* and the principal *Organic Compounds* selected from the British Pharmacopœia which constitute the Course for the Second year. A brief description of the composition of *Urine* and *Calculi*, with a short sketch of the methods employed in their examination, has also been inserted into the second part of the book. A few of the Pharmacopœial preparations such as those of *Iodine*, *Phosphorus* and others have however been included in the first part of the work in order to make the subject of *Non-metals* complete.

I have tried my best to render the language of the *Lectures* simple, lucid and devoid of technicalities as possible; and I

have also endeavoured to make the subjects entertaining and interesting by the introduction of a large variety of experiments which I trust will help the students in their study of the subject. Many of the more important experiments have been illustrated by wood-cuts.

With a view to maintain an uniformity in the technical expressions of Chemistry, I have thought it proper to keep intact the English names of the Elements and their Compounds ; for the same reason, no departure has been made in this book in the expression of Chemical Symbols and Formulæ from that adopted all over the Scientific World. This will save students from unlearning what they have already learnt from the Vernacular work on Chemistry when they begin to study English books on the subject.

I have to express my thanks to Baboo Kalidhan Chandra, Artist in the Geological Survey Department, for having sketched the diagrams; and to Babu Bama Charan Sinha, Assistant in the Government Telegraph Department, for much help in the preparation of the book.

*Calcutta Medical College,*  
*1st November, 1897.*

} C. L. Bose.

# সূচী-পত্র ।

## উপক্রমণিকা ।



চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধ বিষয়ে দুই একটা কথা (Relation which Chemistry bears to Medical Science) ... .. ১-৫

## প্রথম অধ্যায় ।

### পদার্থ-বিজ্ঞান ( PHYSICS )

পদার্থ-বিজ্ঞান কাহাকে বলে ? (Definition of Physical Science) ...

## প্রথম পরিচ্ছেদ ।

### তাপ ( Heat )

তাপের প্রকৃতি ( Nature of Heat )—তাপ সংযোগে পদার্থের পরিবর্তন ( General effects of Heat )—তাপ-মাত্রা ( Temperature )—তাপমাত্রা-বস্তু ( Thermometer )—তাপ সংযোগে পদার্থের অবস্থান্তর প্রাপ্তি ( Change of state of Matter by Heat )—প্রচ্ছন্ন-তাপ ( Latent heat )—তাপের উৎপত্তি স্থল ( Sources of Heat )—দাহন ( Combustion )—ফেটন ( Explosion )—শিখা ( Flame )—ডেভির আবিষ্কৃত দীপ ( Davy's Safety Lamp )—শিখার গঠন ( Structure of Flame ) ... .. ৬-৩০

## দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ ।

### তাড়িত ( Electricity )

১। তাড়িতের ক্রিয়া ( Effects of Electricity )—ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত ( Frictional or Static Electricity )—তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র ( Electroscope )—সংযোগ ও বিরোধ তাড়িত ( Positive and Negative Electricity )—তাড়িতের প্রকৃতি ( Nature of Electricity )—তাড়িত পরিচালক ও অপরিচালক ( Conductor and Non-conductor of Electricity )—তাড়িত-প্রবর্তন ( Induction )—তাড়িত-প্রবর্তক যন্ত্র ( Induction Machines )—তাড়িত-যন্ত্র ( Electrical Machine )—ঘর্ষণ-তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র ( Gold leaf Electroscope )—তাড়িত-সংহতি যন্ত্র ( Leyden Jar )—ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের ক্রিয়া ( Effects of Frictional Electricity )—তাড়িতের উৎপত্তি ( Sources of Electricity )—বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি ( Lightning and Thunder )—বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড ( Lightning Conductor ) ... .. ৩১-৪৯

২। রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত ( Galvanic Electricity )—ভল্টার স্তূপ ( Voltaic Pile )—তাড়িত-কোষ ( Cell or Element )—গ্রোভ, বুনসেন, ড্যানিয়েল এবং লেক্-ল্যান্সের তাড়িত-কোষাবলী ( Grove's, Bunsen's, Daniel's and Leclanche's Battery )—রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িতের ক্রিয়া ( Effects of Galvanic Electricity )—চুম্বক শল্যাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়া ( Action of Currents upon Magnets )—

তড়িতমাত্রা যন্ত্র (Galvanometer)—তড়িত-চুম্বক ক্রিয়া—(Electro-magnetism)—তড়িত-চুম্বক (Electro-magnet)—তড়িত-বার্তাবাহ (Electric Telegraph)—প্রবর্তিত তড়িত-প্রবাহ (Induced or Faradic Current)—কুণ্ডল (Coil)—চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারি (Medical Battery) ... .. ৪২-৭১

## দ্বিতীয় অধ্যায়।

### রসায়ন-বিজ্ঞান (CHEMISTRY)

#### প্রথম পরিচ্ছেদ।

##### মূল ও যৌগিক পদার্থ (Elements and Compounds.)

ভৌতিক ও রাসায়নিক পরিবর্তন (Physical and Chemical Changes)—মিশ্রণ ও রাসায়নিক সংমিশ্রন (Mixture and Chemical Combination)—পদার্থ অবিনাশী (Indestructibility of Matter)—তুলা-দণ্ড (Balance)—পরিমাণ ও ওজন (Measures and Weights)—ধাতব ও অধাতব মূল পদার্থ (Metals and Non-metals)—সাহিত্যিক চিহ্ন (Chemical Symbols)—পরমাণু ও অণু (Atoms and Molecules)—পারমাণবিক গুরুত্ব (Atomic Weight)—মূল পদার্থ সমূহের তালিকা (List of the Elements)—সাংযোগিক সংখ্যা বা গুরুত্ব (Combining Number or Weight)—ডাল্টনের গুণিতক অনুপাত নিয়ম (Dalton's Law of Combination in Multiple Proportion)—আণবিক গুরুত্ব (Molecular Weight) ... ৭৩-২৩

#### দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

##### জল (Water, Hydrogen Monoxide)

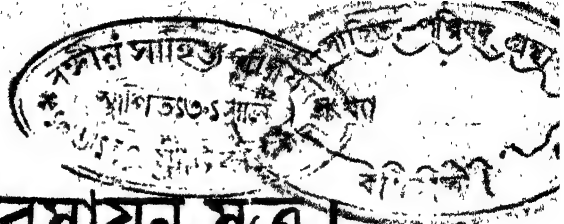
জলের উপাদান (Chemical Composition)—স্বরূপ ও ধর্ম (Properties)—পানীয় জল (Drinking Water)—জলের রাসায়নিক পরীক্ষা (Chemical Analysis of Water)—খনিজ জল (Mineral Water)—পরিষ্কৃতকরণ (Distillation)—জলের সরবরাহ (Water Supply)—জল পরিষ্কৃতকরণ (Purification of Water)—ছাঁকন (Filtration)—সীস-মিশ্রিত জল (Water contaminated with Lead salts)—জল-বাষ্প (Water-Vapour)—কুজ্বাটিকা (Fog)—মেঘ (Cloud)—বৃষ্টি (Rain)—শিশির (Dew)—হির-তুষার (Hoar Frost)—তুষার (Snow)—করকা বা শিলা (Hail) ... ২৪-১০৭

হাইড্রোজেন ডাই-অক্সাইড (Hydrogen Di-Oxide) ... ১০৮

#### তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

##### হাইড্রোজেন (Hydrogen)

উৎস (Sources)—প্রস্তুতকরণ প্রণালী (Preparation)—স্বরূপ ও ধর্ম (Properties)—একাক্ষর, দ্ব্যাক্ষর ইত্যাদি পদার্থ (Monads, Dyads &c.) ... ১০৯-১১৪



# রসায়ন-সূত্র।

## উপক্রমণিকা।

চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধবিষয়ে  
দুই একটি কথা।

রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের একটি প্রধান অঙ্গ। ইহা বাদ দিয়া চিকিৎসা-শাস্ত্র অধ্যয়ন করিলে শিক্ষা অঙ্গহীন ও অসম্পূর্ণ থাকিয়া যায়। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন কত আবশ্যকীয় ঔষধ আবিষ্কৃত হইতেছে; কত রোগ যাহা পূর্বে দুরারোগ্য বলিয়া বিবেচিত হইত, এই সকল ঔষধ প্রয়োগ দ্বারা প্রশমিত ও নিরাকৃত হইতেছে। যদি কুইনাইনের আবিষ্কার না হইত তাহা হইলে এতদিনে এই ম্যালেরিয়া-প্রসূতিত বঙ্গভূমি হয়ত জনশূন্য অরণ্যে পরিণত হইয়া বহু পশুরও আবাসস্থলের অল্পবোণী হইত! জরের প্রবল উত্তাপ কমাইবার জন্ত আমরা পূর্বে যে সকল উপায় অবলম্বন করিতাম, তাহা অনেকস্থলে নিষ্ফল হইত এবং শুষ্ক তাপের আধিক্য (high temperature) বশতঃ কত শত লোক অকালে মৃত্যু মুখে পতিত হইত; চিকিৎসক এরূপ স্থলে আপনার অসহায়ত্ব সম্পূর্ণ উপলব্ধি করিয়া নিরাশাসাগরে মগ্ন হইতেন। অধুনা Antipyrin, Antifebrin, Phenacetin প্রভৃতি অত্যুৎকৃষ্ট তাপনিবারক ঔষধ সমূহ আবিষ্কৃত হইয়া অরারোগ্যের নিমিত্ত চিকিৎসকের হস্তে অমোঘ অস্ত্ররূপে প্রস্তুত হইয়াছে। এই সকল ও অন্যান্য মহোপকারক ঔষধের আবিষ্কার রাসায়নিক গবেষণার ফল; বিবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা ইহা সম্ভব হইয়াছে।



প্রস্তুত করিতে হয় এবং ইহাদিগের আভ্যন্তরীণ প্রয়োগে ব্যাধির যে উপশম হইয়া থাকে, তাহাও রাসায়নিক ক্রিয়ার ফল মাত্র ।

ঔষধ প্রস্তুত করিবার সময় নানাবিধ দূষিত পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত হইয়া থাকে । এই সকল দূষিত পদার্থ ঔষধের সহিত শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে অনিষ্টপাতের সম্ভাবনা ; এজন্য কোন ঔষধে কি কি দূষিত পদার্থ থাকিবার সম্ভাবনা এবং উহাকে কি উপায়েই বা সম্পূর্ণ বিস্কৃত করা যাইতে পারে, তাহা প্রত্যেক চিকিৎসকের অবশ্য জ্ঞাতব্য বিষয় । রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা না করিলে এ সকল বিষয়ে সম্যক জ্ঞান লাভ করিতে পারা যায় না ।

আমরা সচরাচর অনেকগুলি ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিয়া থাকি । যদি ঔষধগুলি সমগুণ-সম্পন্ন হয়, তাহা হইলে একের গুণ অপরের সহযোগে উৎকর্ষ লাভ করে এবং একরূপ ব্যবহারে আমরা সুফল প্রাপ্ত হই । কিন্তু বিপরীত গুণ-সম্পন্ন ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিলে কোনরূপ সুফল প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক অনেক স্থলে রোগীর পক্ষে অনিষ্টদায়ক হইয়া পড়ে । কখন কখন দুইটা ঔষধ একত্রে মিশ্রিত হইলে ফোটন (Explosion) উপস্থিত হয়, সুতরাং তাহাদের একত্রে ব্যবহার মহা অনিষ্টকর ও একেবারেই নিষিদ্ধ । রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা করিলে এইরূপ মিশ্রণে ঔষধের গুণের কিরূপ পরিবর্তন হয়, তাহা বিশেষরূপে অবগত হইতে পারা যায় ।

মূত্র পরীক্ষিত না হইলে অনেক রোগের একেবারেই চিকিৎসা হয় না । Bright's disease এ মূত্রে কত পরিমাণ ক্র্যাটিনিন থাকে, Diabetes রোগে মূত্রের সহিত কত শর্করা নির্গত হইতেছে, পাথররোগে পাথর থানি কি কি উপাদানে গঠিত, ইহা না জানিলে ঐ সকল রোগের সুচিকিৎসা হওয়া একেবারেই অসম্ভব । রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করিলে এই সকল পদার্থ কি প্রণালী অবলম্বনে পরীক্ষা করিতে হয়, তাহা শিক্ষা করিতে পারা যায় ।

দূষিত জল পান করিলে নানাবিধ রোগ উৎপন্ন হয়, সুতরাং পান্যার্থে বিস্কৃত জল ব্যবহার করা যে অবশ্য প্রয়োজনীয় তাহা এক্ষণে সকলে বুঝিতে পারিয়াছেন । জল দেখিতে শুদ্ধ ও পরিষ্কার হইলেও অনেক স্থলে উহাতে নানি দূষিত পদার্থ মিশ্রিত থাকে এবং উহা পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে স্বাস্থ্য-ক্ষতি ও বিবিধ রোগ জন্মিবার সম্ভাবনা । রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা জলের দূষিত

## চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধ । ৩

পদার্থ নিরূপণ করিতে পারা যায়, এবং রাসায়নিক প্রক্রিয়াবিশেষে দূষিত পদার্থ দূরীকৃত করিয়া, একেবারে বিপুল না হউক, জলকে সম্পূর্ণ পানোপযোগী করা যাইতে পারে। আমাদের পল্লীগ্রামে যে জল পানীয় রূপে ব্যবহৃত হয়, তাহার অধিকাংশই অত্যন্ত দূষিত; এরূপ জল পান করিলে লোকে যে মর্মান্তিক রোগাক্রান্ত হইবে তাহার বিচিত্র কি! চিকিৎসক সাধারণের স্বাস্থ্যের প্রকক স্বরূপ। অতএব প্রত্যেক চিকিৎসকেরই রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করিয়া দূষিত জল বাহাতে পানোপযোগী হইতে পারে, তদ্বিষয়ে মনোযোগী হওয়া অবশ্য কর্তব্য।

ঔষধ প্রয়োগ সম্বন্ধে রসায়ন শিক্ষা বেরূপ প্রয়োজনীয়, পথ্য সম্বন্ধেও সেইরূপ। অজীর্ণ, উদরাময় প্রভৃতি অনেক রোগে কোন পথ্যই সহজে পরিপাক হয় না। এ দেশীয় রোগীর প্রধান পথ্য হুঙ্ক, কিন্তু এই সকল রোগে হুঙ্ক পরিপাক না হইয়া অনেকস্থলে বিবের ত্রায় কার্য্য করে, একারণ কবিরাজগণ এই সকল রোগে একেবারেই হুঙ্কের ব্যবস্থা করেন না—পথ্যভাবে রোগী দিন দিন শীর্ণ ও দুর্বল হইয়া পড়ে। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে অধুনা Benger's food প্রভৃতি কতকগুলি এরূপ মহোপকারক পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে যে হুঙ্ক বা অপর কোন পথ্য উহাদিগের সহিত মিশ্রিত করিয়া রোগীকে সেবন করাইলে অতি সহজে পরিপাক প্রাপ্ত হয়। এই সকল পদার্থ আবিষ্কৃত হইবার পূর্বে অনেক রোগীকে পথ্যভাবে অসময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হইত।

Chloroform একটা রাসায়নিক যৌগিক—অস্ত্রচিকিৎসায় chloroform যে কি মহোপকারী দ্রব্য তাহা কাহারও অবিদিত নাই। Chloroform আবিষ্কৃত হইবার পূর্বে অস্ত্রচিকিৎসা, রোগী ও চিকিৎসক উভয়েরই পক্ষে, একটা ভয়াবহ কার্য্য বলিয়া পরিগণিত হইত; এবং যে সকল অস্ত্রচিকিৎসা বহুসময়-সাপেক্ষ, রোগী অধিকক্ষণ পর্য্যন্ত অসহ্য যন্ত্রণা ভোগ করিতে পারিতেন না বলিয়া ঐ সকল অস্ত্রচিকিৎসায় হস্তক্ষেপ করিতে কেহ সাহস করিতেন না। এক্ষণে রোগীকে Chloroform দ্বারা ৩৪ ঘণ্টাকাল পর্য্যন্ত সংজ্ঞাহীন করিয়া অস্ত্রচিকিৎসা সাহায্যে অতি দ্রুতচিকিৎসা রোগও আরোগ্য হইতেছে। অধুনা অস্ত্রচিকিৎসা সবিশেষ উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং এ সম্বন্ধে পূর্বে মৃত্যুসংখ্যা বেরূপ অধিক ছিল, এক্ষণে সেই পরিমাণে কমিয়া গিয়াছে। ইহার কারণ এই যে আজ কাল antiseptic প্রণালী মতে অস্ত্রচিকিৎসা হইতেছে। পূর্বে অস্ত্র

চিকিৎসার পর ক্ষতস্থল পচিয়া gangrene, pyæmia, osteo-myelitis প্রভৃতি ভয়ঙ্কর রোগ উপস্থিত হইত এবং তন্নিবন্ধন অধিকাংশ রোগীই মৃত্যুমুখে পতিত হইত। এক্ষণে এই সকল রোগ ইতিহাসলিখিত প্রাচীন ঘটনা মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে। Antiseptic surgery র গুণে এই সকল রোগ একে-বারে লোপ প্রাপ্ত হইয়াছে বলিদেও অত্যাঙ্কিত হয় না। Perchloride of mercury প্রভৃতি যে সকল পদার্থের গুণে antiseptic surgery র এত উন্নতি, তাহারা এক একটা রাসায়নিক যৌগিক এবং উহাদিগের পচন-নিবারক গুণ রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলমাত্র। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন নূতন নূতন মহোপকারক পচন-নিবারক যৌগিক আবিষ্কৃত হইতেছে।

রসায়ন বিজ্ঞান পাঠ না করিলে Medical Jurisprudence এ সম্যক্ ব্যুৎপত্তি লাভ হয় না। কোন্ বিষ কিরূপ কার্য করে, বিষ-প্রয়োগ হইলে কোন্ বিষয় পদার্থ দ্বারা তাহার উপশম হইতে পারে, শারীরিক যন্ত্র, খাদ্য দ্রব্য বা অন্যান্য পদার্থ মধ্যে বিষের অস্তিত্ব প্রমাণ করিবার জন্ত কিরূপ পরীক্ষার প্রয়োজন, Medical Jurisprudence এই সকল বিষয়ে আমাদিগকে শিক্ষা প্রদান করে। এই শিক্ষা সম্পূর্ণ রসায়নজ্ঞান-সাপেক্ষ, সুতরাং এ বিষয়ে সম্যক্ ব্যুৎপত্তি লাভের জন্ত রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করা অবশ্য কর্তব্য।

অতএব রসায়ন-বিজ্ঞান যে চিকিৎসকমাত্রেয়ই অবশ্য শিক্ষিতব্য, সে বিষয়ে কাহারও অস্বাভাব সন্দেহ থাকিতে পারে না। রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের মূলভিত্তি স্বরূপ; ভিত্তি দুর্বল হইলে উপরিস্থিত গঠনও যেরূপ দুর্বল হয় সেই-রূপ রসায়ন শিক্ষা অভাবে চিকিৎসা-শাস্ত্রজ্ঞানও সম্যক্ ক্ষুণ্ণ লাভ করিতে পারে না।

প্রায় ১৬।১৭ বৎসর পূর্বে Campbell Medical School এ রসায়ন শিক্ষা প্রচলিত ছিল। রায় কানাইলাল দে বাহাদুর এই বিষয়ের শিক্ষক পদে প্রতিষ্ঠিত ছিলেন, এবং তিনি বহু যত্নে ও আয়াসে একটি সুন্দর laboratory স্থাপন করিয়াছিলেন। তাঁহার এ কার্য হইতে অবসর গ্রহণ করিবার সঙ্গে সঙ্গেই ক্যান্টন মেডিক্যাল স্কুল হইতে রসায়ন শিক্ষা উঠাইয়া দেওয়া হয়, এবং বহু যত্নে প্রতিষ্ঠিত chemical laboratory টা শিবপুর ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজে স্থানান্তরিত করা হয়। সম্ভ্রান্তি কর্তৃপক্ষীরেরা বাঙ্গালা মেডিক্যাল স্কুলের

## চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধ । ৫

ছাত্রদিগের পাঠ্য বিষয় মধ্যে রসায়ন-বিজ্ঞান পুনঃপ্রবেশ করাইয়া এই অভাব দূর করিয়াছেন ।

রসায়ন-বিজ্ঞান ও পদার্থ-বিজ্ঞান এতদ্ব্যতীত মধ্যে অতি নিকট সম্বন্ধ । পদার্থ-বিজ্ঞান বিষয়ে ( বিশেষতঃ তাপ ও তাড়িত সম্বন্ধে ) কথঞ্চিৎ ব্যুৎপত্তি না থাকিলে রাসায়নিক তত্ত্বসমূহ সম্যাকরূপে হৃদয়ঙ্গম করিতে পারা যায় না । এ জন্ত কর্তৃপক্ষীয়েরা বাদলা মেডিক্যাল স্কুলের ছাত্রদিগের সুশিক্ষার নিমিত্ত তাপ ও তাড়িতের মূল সূত্রগুলি রসায়ন শিক্ষার অন্তর্ভুক্ত করিয়া দিয়াছেন । আমরাও প্রথমে পদার্থ-বিজ্ঞান সম্বন্ধে আলোচনা করিব ।

---

# প্রথম অধ্যায় ।

—o—

## পদার্থ-বিজ্ঞান ।

প্রাচীন পণ্ডিতেরা প্রকৃতির তত্ত্ব-নিরূপক সমুদয় শাস্ত্রকেই পদার্থ-বিজ্ঞান মধ্যে অন্তর্নিবিষ্ট করিয়াছেন । তাঁহাদিগের মতে রসায়ন, জ্যোতিষ, উদ্ভিদ-বিজ্ঞান, প্রাণি-বিদ্যা, চিকিৎসা প্রভৃতি সকল শাস্ত্রই পদার্থ-বিজ্ঞানের অংশ বলিয়া পরিগণিত হইত । আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা পদার্থ-বিজ্ঞানকে স্বতন্ত্র শাস্ত্র বলিয়া নির্দেশ করেন । ইহা পাঠ করিলে উপাদান-গত পরিবর্তন ব্যতীত পদার্থের অপর সকল প্রকার পরিবর্তন সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান লাভ হয় । পদার্থের উপাদান-গত পরিবর্তন একমাত্র রসায়ন-শাস্ত্র শিক্ষা করিলে জানিতে পারা যায় ।

তাপ, তাড়িত, আলোক, চুম্বকাকর্ষণ, এবং মাধ্যাকর্ষণ প্রভৃতি প্রাকৃতিক শক্তির আলোচনাই পদার্থ-বিজ্ঞানের মুখ্য উদ্দেশ্য । তন্মধ্যে এ পুস্তকে আমরা কেবল মাত্র তাপ ও তাড়িত এই দুইটা বিষয়ের আলোচনায় প্রবৃত্ত হইব ।

—o—

## প্রথম পরিচ্ছেদ ।

—o—

### তাপ (HEAT)

#### ১। তাপের প্রকৃতি ।

প্রাচীন বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ এক অতি সূক্ষ্ম ভারহীন তরল পদার্থ ; ইহা যাবতীয় পদার্থের আণবিক ব্যবধান (Molecular interspace) অধিকার করিয়া থাকে এবং এক পদার্থ হইতে পদার্থান্তরে গমন করিতে

পারে। যে পদার্থ হইতে ইহা নিষ্কাশিত হয় তাহা শীতল এবং যে পদার্থে ইহা আশ্রয় করে তাহা উষ্ণরূপে আমাদের স্পর্শে স্পষ্ট গোচর হইয়া থাকে।

আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা তাপ একটা জড় পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন না। তাঁহাদিগের মতে তাপ পদার্থের অবস্থান্তর ( Change of state ) ব্যতীত আর কিছুই নহে। পদার্থের অণু সমষ্টির কম্পনে ( Molecular vibration ) তাপ সমুদ্ভূত হয়। আণবিক কম্পন যত দ্রুত হয়, পদার্থও সেই পরিমাণে উষ্ণ বোধ হয়—অত্যাধিক পদার্থের আণবিক কম্পন অতি দ্রুত ভাবে ঘটয়া থাকে।\* পণ্ডিতেরা ইহাও অনুমান করেন যে সমস্ত পদার্থের মধ্যে ও সমগ্র আকাশ মণ্ডল ব্যাপিয়া ঈথর ( Ether ) নামে এক অতি সূক্ষ্ম ভারহীন স্থিতিস্থাপক পদার্থ অবস্থিতি করে, কোন পদার্থের আণবিক কম্পন-তরঙ্গ ঈথরে আঘাত করিলে ঈথরেরও কম্পন উপস্থিত হয় এবং এইরূপে তাপ উৎপন্ন হইয়া ঈথর সাহায্যে এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে সংক্রামিত হয়। এই শেবোক্ত মতই আধুনিক পণ্ডিত-মণ্ডলীর অনুমোদনীয়।

## ২। তাপ সংযোগে পদার্থের পরিবর্তন।

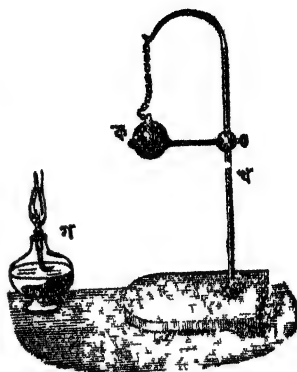
(১) প্রসারণ।—তাপ সংযোগে পদার্থ মাত্রেরই প্রসারণ (Expansion)

অর্থাৎ আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয়। পদার্থ হইতে তাপ অপসৃত হইলে অর্থাৎ শীতলাবস্থায় উহা সঙ্কুচিত হয়। ইহার কারণ এই যে পদার্থের অণুসমষ্টির পরস্পরের মধ্যে যে আকর্ষণ শক্তি থাকে, তাপ সংযোগে তাহার হ্রাস হয় সুতরাং অণুগুলি পরস্পর হইতে অধিকতর দূরবর্তী হইয়া পড়ে। এইরূপে আণবিক ব্যবধান বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় বলিয়া পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়। নিরেট পদার্থ ( Solids ) অল্প এবং তরল পদার্থ ( Liquids ) তদপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রসারিত হয়, কিন্তু বায়বীয় পদার্থের ( Gases ) প্রসারণ সর্বাপেক্ষা অধিক।

\* আণবিক কম্পন অত্যন্ত দ্রুত হইলে তাপের সঙ্গে সঙ্গে আলোকেরও উৎপত্তি হয়।

আধুনিক বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ ও আলোক একই কারণে উৎপন্ন হইয়া থাকে। পদার্থের আণবিক কম্পনের যাত্রার উত্তরতমাত্রায় তাহা উষ্ণ বা আলোকিত হয়।\*

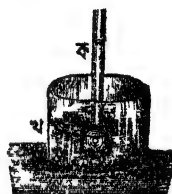
১ম পরীক্ষা।—পার্শ্ব চিত্রে (ক) একটি লৌহের রিং এবং (চ) একটি লৌহ দণ্ড উহার দীর্ঘ বেষে শিকলি দ্বারা একটি গোলা ঝুলান রাখিয়াছে। এই গোলাটি একরূপ ভাবে গঠিত যে শীতলাবস্থায় কোন মতে রিংএর মধ্য দিয়া গলিয়া বাইতে পারে, কিন্তু যদ্যপি এই গোলাটি স্পিরিট বাতিতে (গ) সমধিক উত্তপ্ত করা যায় তাহা হইলে উহা আয়তনের প্রসারণ হেতু উক্ত রিংএর মধ্যদিয়া গমন করিতে না পারিয়া উপরে আটকাইয়া থাকিবে। পরে শীতল হইলে রিংএর ভিতর দিয়া পূর্ববৎ গলিয়া নিরে নামিয়া পড়িবে।



১ম চিত্র।

নিবেট পদার্থের প্রসারণ এত অল্প যে আমবা চক্ষু দ্বারা তাহা উপলব্ধি করিতে পাবি না কিন্তু তরল পদার্থের প্রসারণ সহজেই দৃষ্টিগোচর হয়।

২য় পরীক্ষা।—এক কন্ড (Bulb) বিশিষ্ট ও এক মুখ খোলা একটি সরু লব্ধমান কাচনল লইয়া কন্ড ও নলের কিয়দংশ (২য় চিত্র) রঙ্গিন জলে পূর্ণ করতঃ জলের উর্দ্ধ সীমার একটা চিহ্ন (ক) অঙ্কিত কর। কোন পাত্রে (খ) অত্যধিক জল রাখিয়া কন্ডটি তদ্বাধ্যো নিমজ্জিত করিলে রঙ্গিন জলকে নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করিয়া উর্দ্ধে উথিত হইতে দেখা যায়।



২য় চিত্র।

ইহার কাবণ এই যে কন্ডস্থ রঙ্গিন জল উত্তপ্ত হইয়া প্রসারিত হয়, সুতরাং উহার মধ্যে স্থান সঙ্কুলান না হওয়াতে নলের উপবিভাগে উঠিতে থাকে। উত্তাপ সংযোগে ফাচ-কন্ডটিও সঙ্গে সঙ্গে প্রসারিত হয় সত্য কিন্তু এই আয়তন বৃদ্ধি এত অল্প পবিমাণে সংসাধিত হয় যে আমবা তাহা কোন মতে চক্ষু দ্বারা উপলব্ধি করিতে পাবি না সুতরাং উহা গণনার মধ্যেই ধর্তব্য নহে।

সামান্য উত্তাপেই বায়বীয় পদার্থের অত্যধিক প্রসারণ হইয়া থাকে।

৩য় পরীক্ষা।—পূর্বোক্তরূপ এককন্ড বিশিষ্ট ও এক মুখ খোলা একটি কাচের নল লইয়া শুদ্ধ নলটি রঙ্গিন জলে পূর্ণ করতঃ অপর একটি শীতল জলপূর্ণ পাত্রে নলের খোলা মুখটি নিমজ্জিত করিয়া রাখ। এক্ষণে হস্ত দ্বারা কন্ডটি কিয়ৎক্ষণ চাপিয়া ধরিলে হস্তের সামান্য উত্তাপেই উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু সমধিক প্রসারিত হইয়া নলস্থিত রঙ্গিন জলকে নীচে নামিয়া দিবে সুতরাং নলের জল ক্রমে ক্রমে নীচে নামিয়া আসিবে।

**তাপ-মাত্রা (Temperature)**—কোন পদার্থ যে মাত্রায় (Measure) অপর পদার্থে প্রকাশ্য-তাপ (Sensible heat) প্রদান করে ঐ মাত্রা উক্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা বলিয়া নির্দিষ্ট হয়। তাপ-মাত্রা ও তাপ-সমষ্টি (Quantity of heat) এক নহে। দুইটা পদার্থের তাপ-মাত্রা এক হইলেও উহাদিগের অন্তর্নিহিত তাপ-সমষ্টি সমান না হইতে পারে। এক কটাহ ফুটন্ত জল হইতে এক ঘটা জল তুলিয়া গইলে কটাহ ও ঘটার জলের তাপ-মাত্রা একই অর্থাৎ  $100^{\circ}\text{C}$ , কিন্তু কটাহে অধিক জল আছে বলিয়া উহার তাপ-সমষ্টি ঘটার জল জলের তাপ-সমষ্টি অপেক্ষা অনেক অধিক।

**তাপমান-যন্ত্র (Thermometer)**—তাপের অভাবেই পদার্থ শীতল বলিয়া অনুভূত হয়, কিন্তু পদার্থ যতই শীতল হউক না কেন তন্মধ্যে কথঞ্চিৎ তাপ অন্তর্নিবিষ্ট থাকে। আমরা স্পর্শ দ্বারা পদার্থের উষ্ণতা বা শীতলতার মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণয় করিতে পারি না। বিশেষতঃ অত্যধিক উষ্ণ ও বা শীতল দ্রব্য স্পর্শ করিলে শারীরিক ক্রেশ ও পীড়া জন্মিবার সম্ভাবনা, এজন্য কোন পদার্থের প্রকাশ্য-তাপ নির্ণয় করিবার জন্য যন্ত্রের আবশ্যক হয়—ইহাকেই তাপমান-যন্ত্র বলে। তাপ সংযোগে পদার্থের প্রসারণ ভিত্তি-স্বরূপ করিয়া এই যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

ভিন্ন ভিন্ন তাপ-মাত্রা নিরূপণের জন্য নিরেট, তরল, এবং বায়বীয় এই ত্রিবিধ পদার্থই তাপমান-যন্ত্র নির্মাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। আমরা সচরাচর যে তাপমান-যন্ত্র ব্যবহার করিয়া থাকি তাহার মধ্যে পারদ আছে।

পারদ  $350^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রার ন্যূনে বাষ্পাকারে পরিণত হয় না, এবং অত্যধিক শৈত্য সংযুক্ত (বরফের তাপ-মাত্রা হইতে  $80^{\circ}\text{C}$  নিম্ন অর্থাৎ  $-80^{\circ}\text{C}$ ) না হইলে জমিয়া নিরেট হয় না। এই দুই তাপ-মাত্রার মধ্যে পারদ সর্বদা তরল অবস্থায় থাকে এবং তাপ বা শৈত্য সংযোগে সমহারে প্রসারিত বা সংকুচিত হয়। এজন্য পারদ তাপমান-যন্ত্র নির্মাণের প্রধান উপযোগী।

অত্যন্ত শীতল পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য সুরা-সার (Alcohol) নির্মিত তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, কারণ পারদ অত্যধিক শীতলতা সংস্পর্শে জমিয়া নিরেট হইয়া যায় সুতরাং তৎকালে উহার সঙ্কোচন বা প্রসারণ দ্বারা



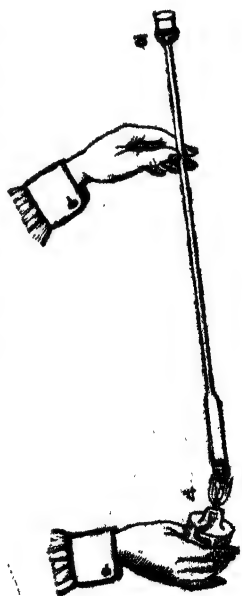
উপলব্ধ হয় না। কিন্তু শীতলতার মাত্রা যতই অধিক হউক না কেন এ পর্য্যন্ত সূরা-সারকে জমাইতে পারা যায় নাই।

তাপ-মাত্রার অতি সামান্য বৃদ্ধি বা হ্রাস পারদ নির্মিত তাপমান-যন্ত্র দ্বারা নির্ণীত হয় না। এক্ষণে ঐ সকল স্থলে বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্র (Air thermometer) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তাপ-মাত্রার সামান্য ন্যূনাধিক্য বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্র বৈকল্প স্বল্পরূপে নির্দেশ করে তাহা ইতিপূর্বে ওয় পরীক্ষায় বর্ণিত হইয়াছে। উক্ত পরীক্ষায় যে যন্ত্রটির বিষয় বর্ণিত হইয়াছে তাহার গঠন ও কার্য বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্রের অনুরূপ।

অত্যধিক উত্তপ্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিতে হইলে পারদ নির্মিত তাপমান-যন্ত্রের পরিবর্তে ধাতু নির্মিত বা অশ্লিষি যন্ত্র ব্যবহার করিতে হয়; কারণ অধিক উত্তাপ সংস্পর্শে পারদ বাষ্পাকারে পরিণত হয়, তখন উহার প্রসারণ দৃষ্টিগোচর হয় না সুতরাং তদ্বারা তাপ-মাত্রাও স্থির করিতে পারা যায় না।

সচরাচর পারদ নির্মিত তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় বলিয়া উহার নির্মাণ প্রণালী নিয়ে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

চুলের জায় স্থান ছিদ্র-যুক্ত একটা কাচ নলের একদিক উত্তাপ সংযোগে ক্ষীত করিয়া গোল বা লব্ধমান কন্দ-যুক্ত (ওয় চিত্র, খ) ও অপর দিক ক্ষুদ্র ফ্যানেলের (Funnel) (ক) আকারে পরিণত করিয়া তত্পরিকিঞ্চিৎ পারদ স্থাপন করতঃ কন্দটা দীপশিখায় জ্বলন্ত উত্তপ্ত করিলে উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু পারদ ভেদ করিয়া নির্গত হইয়া যায়। পরে কন্দটা শীতল হইলে কিয়দংশ পারদ ছিদ্র দ্বারা উহার মধ্যে প্রবেশ করিয়া শূন্য স্থান অধিকার করে। এইরূপে কয়েকবার কন্দটা ক্রমান্বয়ে উত্তপ্ত ও শীতল করিলে অভ্যন্তরস্থ সমস্ত বায়ু বহির্গত হইয়া যায় এবং কন্দ ও নলটা পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। এক্ষণে অভ্যন্তরস্থ পারদকে সুমধিক



ওয় চিত্র।

উদ্ভাপ দ্বারা ফুটাইতে হইবে এবং এই তাপমান-বস্তু দ্বারা তাপ-মাত্রার যে উচ্চ সংখ্যা নির্ণীত হওয়া আমাদের অভিপ্রায়, পারদ সেই তাপ-মাত্রায় শীতল হইয়া আসিবামাত্র ফ্যানেলের ঠিক নিম্ন প্রদেশে অগ্নি সংযোগে গলাইয়া বন্ধ করিতে হইবে। নলটী শীতল হইলে উহার অভ্যন্তরস্থ পারদ নিম্ন প্রদেশে নামিয়া সমগ্র কল ও নলের কিয়দংশ স্থান অধিকার করিয়া থাকে এবং নলের উপরিভাগ বায়ু-শূন্য রহে। এক্ষণে এই পারদ-পূর্ণ কাচ নলকে কোন উষ্ণ পদার্থের সংস্পর্শে রাখিলে পারদ প্রসারিত হইয়া নলের উপরি ভাগে উঠিতে থাকে কিন্তু শীতল বস্তুর সংস্পর্শে সঙ্কুচিত হইয়া পুনরায় নামিয়া আইসে। নলের মধ্যস্থিত পারদের এইরূপ প্রসারণ বা সঙ্কোচনের মাত্রা দেখিয়া পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণীত হয়। এই মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য নলের উপরিভাগে সমানান্তরে বিভক্ত কতকগুলি রেখা পাত করা হয়। এই রেখা গুলি যদৃচ্ছা অঙ্কিত করিলে চলিবে না, তজ্জন্ত দুইটী অপরিবর্তন-শীল তাপ-মাত্রা অধঃ ও উচ্চ সীমা রূপে গৃহীত হইয়া তন্মধ্যবর্তী স্থান তাপ-মান ভেদে ভিন্ন সংখ্যানুযায়ী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমানান্তরে বিভক্ত হইয়া থাকে। এক্ষণে কি প্রণালী মতে উপরোক্ত কার্য সম্পাদিত হইয়া থাকে তাহাই বর্ণিত হইতেছে।

বরফ সর্বদা অভিন্ন তাপ-মাত্রায় গলে এজন্ত গলন্ত বরফের অপরিবর্তন-শীল তাপ-মাত্রা উল্লিখিত রেখার অধঃসীমা বলিয়া এবং জল সহজ বায়ু-চাপে ( Normal atmospheric pressure ) সর্বদা অভিন্ন তাপ-মাত্রায় ফুটিয়া থাকে বলিয়া ফুটন্ত জলের তাপ-মাত্রা উচ্চ সীমা রূপে গৃহীত হয়। ফলতঃ এই দুই অপরিবর্তন-শীল তাপ-মাত্রা অগ্ৰাণ্ড যাবতীয় পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য আদর্শ রূপে গৃহীত হয়। এক্ষণে উপরোক্ত দুইটী সীমা নির্দেশের জন্য পারদ-পূর্ণ নলটী ১৫ মিনিট কাল গসন্ত বরফে নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে পারদ নলের যে স্থানে স্থায়ী ভাবে অবস্থিতি করে তথায় নলের গাত্রে একটী রেখা অঙ্কিত করিয়া পরে কোন তাম্রপাত্রে জল ফুটাইয়া উক্ত নলটী জলবাষ্প মধ্যে ১৫ মিনিট কাল নিমজ্জিত রাখিলে পারদ নলের মধ্যে উচ্চে উঠিয়া যে স্থানে স্থায়ীরূপে অবস্থিতি করিবে তথায় নলের গাত্রে আর একটী রেখা অঙ্কিত করিবে। এই উভয় রেখার মধ্যস্থল সেলসিয়াস-স্কে

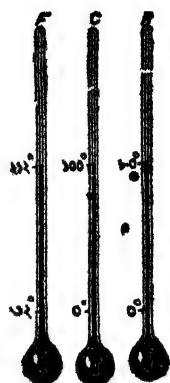
সেল্টিগ্রেড্ (Celsius or centigrade), ফ্যারেনহিট্ (Fahrenheit) এবং রোমার (Reaumur) নির্মিত তাপমান-যন্ত্র ভেদে যথাক্রমে ১০০, ১৮০, বা ৮০টি ক্ষুদ্র সমান অংশে বিভক্ত হয়। ইহার এক একটা অংশকে তাপাংশ বা ডিগ্রি বলে। সেল্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্রের উপরোক্ত অধঃ সীমা (দ্রবণাক) ০ ও উর্দ্ধসীমা (ক্ষুটনাক) ১০০ অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থলকে ১০০ সূমার্ন অংশে বিভক্ত করিয়া প্রত্যেক ক্ষুদ্র বিভাগকে এক এক ডিগ্রি সেল্টিগ্রেড্ (C) নামে নির্দেশ করা যায়। ফ্যারেনহিটের তাপমান-যন্ত্রে নিম্নস্থ রেখা ০ ও উর্দ্ধ রেখা ২১২ অঙ্ক দ্বারা নির্দিষ্ট হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ২১২টি সমানাংশে বিভক্ত হইয়া থাকে। ইহার এক একটা অংশ এক এক ডিগ্রি ফ্যারেনহিট্ (F) বলিয়া পরিগণিত। এইরূপ রোমারের তাপমান-যন্ত্রে নিম্ন রেখা ০ এবং উর্দ্ধরেখা ৮০ অঙ্ক দ্বারা নির্দিষ্ট এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ৮০টি সমান ভাগে বিভক্ত; এই প্রত্যেক অংশ এক এক ডিগ্রি রোমার (R) বলিয়া প্রচলিত।

এই সকল ডিগ্রির অঙ্ক কাচ নলের উপরে হাইড্রোফ্লুওরিক্ রাসিড্ (Hydrofluoric Acid) দ্বারা অঙ্কিত হইয়া থাকে। হাইড্রোফ্লুওরিক্ রাসিড্ কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, এজন্য তাপমান-যন্ত্র উত্তম-রূপে মোম দ্বারা আবৃত করিয়া যে যে স্থানে রেখা বা অঙ্কপাত করিতে হইবে সেই সেই স্থানের মোম ছুরিকা দ্বারা উঠাইয়া উহা হাইড্রোফ্লুওরিক্ রাসিড্ বাষ্পের মধ্যে স্থাপন করিলে যে যে স্থানে মোম সংলগ্ন নাই তাহা ক্ষয় প্রাপ্ত হয় এবং কাচ নলের গাত্রে দাগ পড়ে।

ফ্যারেনহিট্ বরফ ও লবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° নূন তাপ-মাত্রা উৎপাদন করিয়াছিলেন সেই জন্ত অল্প তাপ-মান যন্ত্রে যে ০ অঙ্ক বরফের তাপ-মাত্রা বলিয়া নির্দিষ্ট হয় তাহা তাঁহার নির্মিত তাপমান-যন্ত্রে ৩২ অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত। ফ্যারেনহিটের তাপমান যে ০ অঙ্কিত আছে তাহা বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° ডিগ্রি নূন তাপ-মাত্রা নির্দেশ করে।

সেল্টিগ্রেড্, ফ্যারেনহিট্ ও রোমারের যন্ত্র নির্ণীত তাপ-মাত্রা লিখিতে হইলে ডিগ্রির পার্শ্বে যথাক্রমে C, F ও R এবং ডিগ্রির অঙ্কের মস্তকে একটা ক্ষুদ্র - শূঙ্ক্ (°) লিখিতে হয়।

যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা পূর্বোন্নিখিত ত্রিবিধ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা যথাক্রমে পরিমিত হইলে তাপমান ভেদে ভিন্ন ভিন্ন অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত হইয়া থাকে অর্থাৎ সেন্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা যে পদার্থের তাপমাত্রা  $100^{\circ}\text{C}$  বলিয়া নির্দিষ্ট হয়, ফ্যারেনহিটের তাপমানে পরিমিত হইলে তাহা  $212^{\circ}\text{F}$  এবং রোমারের তাপমানে  $180^{\circ}\text{R}$  বলিয়া নির্দিষ্ট হইবে।



৪র্থ চিত্র।

এক্ষণে এই তিন প্রকার তাপমানের (৪র্থ চিত্র) একের যে কোন অঙ্ক অপর তাপমানের কত অঙ্কের সহিত সমান ইহা নিরূপণ করা প্রয়োজন। সেন্টিগ্রেড্কে রোমারে বা রোমারকে সেন্টিগ্রেডে পরিবর্তিত করা অতি সহজ।  $15^{\circ}\text{C}$  রোমারের কত ডিগ্রির সহিত সমান নির্ণয় করিতে হইলে সহজ ত্রৈশিক দ্বারা উহা স্থির করা যায়। যথা,  $100^{\circ}\text{C} : 180^{\circ}\text{R} :: 15^{\circ}\text{C} : \text{ক} \therefore \text{ক} = 12$

$\therefore 15^{\circ}\text{C} = 12^{\circ}\text{R}$ , অর্থাৎ যে পদার্থের তাপ-মাত্রা সেন্টিগ্রেড্ তাপমানে  $15^{\circ}$  পরিমিত হয় তাহা রোমারের তাপমান দ্বারা পরিমিত হইলে  $12^{\circ}$  হইয়া থাকে। এইরূপ সহজ প্রক্রিয়া দ্বারা রোমারের অঙ্কও সেন্টিগ্রেড্ অঙ্কে পরিবর্তিত করা যাইতে পারে।

সেন্টিগ্রেড্ বা রোমারের অঙ্ক ফ্যারেনহিটে অথবা ফ্যারেনহিটের অঙ্ক সেন্টিগ্রেড্ বা রোমারে পরিবর্তিত করিবার গণনা কথঞ্চিৎ জটিল। পূর্বোক্ত উক্ত হইয়াছে যে ফ্যারেনহিটের তাপমান-যন্ত্রে যে স্থল  $180$  ভাগে বিভক্ত, সেন্টিগ্রেডে তাহা  $100$  এবং রোমারে সেই স্থল  $80$  ভাগে বিভক্ত। ফ্যারেনহিট তাপমান-যন্ত্রের যে তাপমাত্রা  $32^{\circ}\text{F}$  অঙ্ক দ্বারা নির্দিষ্ট, অপর হুইট্ তাপমান যন্ত্রে সেই তাপমাত্রা  $0$  দ্বারা নির্দিষ্ট হয় অতএব ফ্যারেনহিটের যন্ত্রে  $32$  র অঙ্ক হইতে  $212$  পর্যন্ত যে  $180^{\circ}$  থাকে তাহা সেন্টিগ্রেডের  $100^{\circ}$  ও রোমারের  $80^{\circ}$  সহিত সমান। কিন্তু ফ্যারেনহিটের তাপমান-যন্ত্রে তাপমাত্রা  $32$  অঙ্ক হইতে সংযুক্ত না হইয়া  $0$  অঙ্ক হইতে আরম্ভ হয় সুতরাং গণনার সময়

এই ৩২° আবশ্যিক মত যোগ বা বিয়োগ করিতে হয়। মনে কর ৬০°F কত ডিগ্রি সেন্টিগ্রেডের সহিত সমান নির্ণয় করিতে হইবে; এস্থলে ৬০°F, ০° হইতে গণিত হয় বলিয়া, উহা হইতে ৩২ বাদ দিতে হইবে, কেন না উক্ত ৩২ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমান-যন্ত্রে মোটেই নাই; এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ৬০-৩২=২৮°F কত ডিগ্রি সেন্টিগ্রেডের সহিত সমান; ইহাও পূর্বোক্ত প্রকারণে ত্রৈবাশিক দ্বারা প্রতিপন্ন হইয়া থাকে। যথা—

$$১৮০°F : ১০০°C :: ২৮°F : ক \therefore ক = ১৫.৫°C, সুতরাং ৬০°F = ১৫.৫°C।$$

কিন্তু সেন্টিগ্রেড বা রোমাবের তাপ-মাত্রাকে ফ্যারেনহিটে পরিবর্তিত করিতে হইলে গণনার শেষে ৩২ যোগ করিতে হয়, কেন না এই ৩২ অঙ্ক ফ্যারেনহিটের তাপমান-যন্ত্রে বেশী আছে অথচ তাপমানে নাই।

মনে কর ১০°C কে ফ্যারেনহিটে পরিবর্তিত করিতে হইবে; এস্থলে পূর্ব প্রক্রিয়ানুসারে ১০০°C : ১৮০°F :: ১০°C : ক \therefore ক =  $\frac{১৮০ \times ১০}{১০০} = ১৮°F$  এই ১৮°F ৩২ অঙ্কের উপরে বুঝাইবে কেন না ফ্যারেনহিটের যে ১৮০° সেন্টিগ্রেডের ১০০°র সহিত সমান তাহা ৩২ অঙ্কের উপর, তাহা হইলে ঐ ১৮র সহিত ৩২ যোগ করিয়া যাহা হইবে তাহাই ১০°C র সহিত সমান, অতএব ১৮+৩২ অর্থাৎ ৫০°F=১০°C। এইরূপে রোমারকে ফ্যারেনহিটে বা F° কে R° এ পরিবর্তিত করিতে পারা যায়।

এক তাপমান-যন্ত্রের অঙ্ক অপর তাপমান-যন্ত্রের অঙ্কে পরিবর্তিত করিবার কয়েকটা সাঙ্কেতিক নিয়ম নিম্নে প্রদত্ত হইল।

১ম। F° কে C° এ আনিতে হইলে F° হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলাফলকে  $\frac{৫}{৯}$  দিয়া গুণ করিতে হইবে; যথা, ৯°F কে C° তে আনিতে হইলে ৯-৩২=-২৩  $\times \frac{৫}{৯} = -১২.৭°C$  অর্থাৎ ৯°F সেন্টিগ্রেড তাপমান যন্ত্রে ০°র নিম্নে ১২.৭°র সহিত সমান। ০°র নিম্নে যত তাপ-মাত্রা আছে তাহার পূর্বে একটা করিয়া বিয়োগ চিহ্ন দিতে হয়।

২য়। F° কে R° এ আনিতে হইলে পূর্বোক্ত প্রকারে F° হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলাফলকে  $\frac{৫}{৯}$  দিয়া গুণ করিতে হইবে।

৩য়। C° কে F° এ আনিতে হইলে উহাকে  $\frac{৯}{৫}$  দিয়া গুণ করিয়া গুণফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে, যথা, ২৫°C =  $২৫ \times \frac{৯}{৫} = ৪৫ + ৩২ = ৭৭°F$ ।

৪র্থ। B কে F এ আনিতে হইলে উহাকে  $\frac{1}{2}$  দিয়া গুণ করিয়া গুণফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে।

৫ম। C কে B এ আনিতে হইলে উহাকে  $\frac{1}{2}$  দিয়া গুণ করিতে হয়।

৬ষ্ঠ। R কে C এ আনিতে হইলে উহাকে  $\frac{1}{2}$  দিয়া গুণ করিতে হয়।

শারীরিক তাপপরিচায়ক তাপমান (Clinical thermometer)—

আমাদিগের শরীরের তাপ পরিমাণ করিবার জন্ত যে তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাকে ক্লিনিক্যাল্ থার্মমিট্র (Clinical thermometer) কহে। ইহা ফ্যারেনহাইটের প্রণালী অনুসারে নির্মিত তাপমান-যন্ত্র, কিন্তু ইহাতে সচরাচর  $৯০^{\circ}$  হইতে  $১১০^{\circ}$  পর্য্যন্ত চিহ্ন অঙ্কিত থাকে। আমাদের শরীরের সহজ উত্তাপ  $৯৮.৪^{\circ}F$ । সুস্থ অবস্থায় কখন কখনও ইহা হইতে অর্দ্ধ বা এক ডিগ্রি প্রভেদ দৃষ্ট হইয়া থাকে। ওলাউঠা প্রভৃতি রোগে শরীর হিম হইলে তাপ-মাত্রা ৯১।৯২ ডিগ্রি ফ্যারেনহাইট পর্য্যন্ত নামিয়া আইসে এবং তরুণ বাতজ্বরে (Acute rheumatic fever)  $১০৮^{\circ}$ । $১১০^{\circ}$  কখনও বা তদুর্দ্ধে তাপ-মাত্রা উঠিয়া থাকে। কিন্তু সচরাচর শরীরের তাপ-মাত্রা  $৯০^{\circ}$ র নিম্নে নামে না অথবা  $১১০^{\circ}$ র উর্দ্ধে উঠে না এজন্য ক্লিনিক্যাল্ থার্মমিট্র যন্ত্রে  $৯০$  হইতে  $১১০$  পর্য্যন্ত ডিগ্রি অঙ্কিত থাকে (৫ম চিত্র)। এই তাপমান যন্ত্রে (ক্যানলের অভ্যন্তরে) পারদের একটি ক্ষুদ্র নির্দেশক (Index) থাকে, উহা কন্দ-স্থিত পারদ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। তাপ নির্ণয়কালীন কন্দ-স্থিত পারদ প্রসারিত হইয়া এই নির্দেশককে উপরে ঠেলিয়া দেয়; পরে তাপমান-যন্ত্রটি রোগীর বগল হইতে সরাইয়া লইলে কন্দ-স্থিত পারদ সঙ্কুচিত হইয়া নামিয়া পড়ে কিন্তু নির্দেশকটি যতদূর পর্য্যন্ত উর্দ্ধে উঠিয়াছিল সেই স্থানে থাকিয়া শরীরের তাপ-মাত্রা নির্দেশ করে। ৫ম চিত্র।



ম্যাক্সিমম্ থার্মমিট্র (Maximum thermometer)—

ক্লিনিক্যাল্ থার্মমিট্র ব্যতীত অপর যে সকল তাপমান-যন্ত্রের উল্লেখ করা হইয়াছে তাহাদিগের মধ্যে নির্দেশক না থাকাতে তাহারা স্থায়ীরূপে কোন তাপ-মাত্রা নির্দেশ করে না। ঐ সকল তাপমান-যন্ত্রে যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা

গৃহীত হউক না কেন, উহা হইতে যন্ত্রটি সরাইয়া যে স্থানে রক্ষিত হয়, সেই স্থানের শীতলতা বা উষ্ণতা অনুসারে তদ্ব্যবস্থাপারদণ্ড তৎক্ষণাৎ নামিয়া আইসে বা উঠিয়া যায়। সুতরাং পরীক্ষাধীন পদার্থের সহিত তাপমান-যন্ত্র সংলগ্ন রাখিয়া তাপমাত্রা নির্ণয় করিতে হয় এবং এই কারণে তৎকালে পরীক্ষকের উপস্থিতি অবশ্য প্রয়োজনীয়। কিন্তু ক্লিনিক্যাল্ থার্মমিটারে নির্দেশক থাকে বলিয়া তাপ-মাত্রা গৃহীত হইবার পর যখন ইচ্ছা দেখা যাইতে পারে। দিবা ভাগের কোন সময়ে সর্বাধিক অধিক তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হয় তাহা নিরূপণ করিবার জন্য এইরূপ নির্দেশক সংযুক্ত এক প্রকার তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইহাকেই Maximum thermometer কহে। এক্ষণে Rutherford নির্মিত maximum thermometerই সর্বত্র প্রচলিত। ইহার নির্মাণ প্রণালী অস্ত্রান্ত তাপমান-যন্ত্রের অনুরূপ, কেবল পারদ-নির্দেশকের পরিবর্তে একটা সূক্ষ্ম লৌহ-তার কাচনলের মধ্যে অবস্থিত হইয়া উক্ত কার্য্য করে। এই তাপমান-যন্ত্র শায়িতভাবে (horizontally) একটা কাঁচ-ফলকে সংবদ্ধ থাকে, ইহা কোন স্থানে বুলাইয়া রাখিয়া দিলে অত্যধিক তাপের সময় অভ্যন্তরস্থ পারদ প্রসারিত হইয়া লৌহের নির্দেশককে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয়, পরে যখন উক্ত স্থান ক্রমশঃ শীতল হইতে আরম্ভ হয় তখন পারদ সঙ্কুচিত হইয়া সরিয়া আইসে কিন্তু লৌহের নির্দেশকটি অত্যধিক তাপের সময় যে স্থানে নীত হইয়াছিল সেই স্থানেই রহিয়া যায় সুতরাং আমরা যখন ইচ্ছা নির্দিষ্ট তাপ-মাত্রা লিপিবদ্ধ করিতে পারি। যদি এই কার্য্যের জন্য সাধারণ তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহা হইলে পরীক্ষককে সমস্ত দিন উক্ত যন্ত্রের নিকট অবস্থিতি করিয়া কখন সর্বাধিক অধিক তাপ উঠে তাহা নির্ণয় করিতে হইত।

মিনিমম্ থার্মমিটার্ (Minimum thermometer) রাত্রিকালের নূনতম তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার নিমিত্ত এই তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। মিনিমম্ থার্মমিটারের মধ্যে পারদের পরিবর্তে সূরা-সার ব্যবহৃত হয় এবং একটা অতি সূক্ষ্ম দুই মুখ গ্লোলা কাচনল নির্দেশক রূপে অবস্থিত থাকে। যে স্থানে এই তাপমান-যন্ত্র রক্ষিত হয় তথাকার তাপ-মাত্রা বত কমিতে থাকে সূর্য্যোদয় ততই সঙ্কুচিত হয় এবং কৈশিক আকর্ষণ (Capillary attraction)

হারা কাচের নির্দেশকটিকে কন্দের দিকে টানিয়া লইয়া আইলে । পরে যখন উক্ত স্থানের তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বর্ধিত হইতে থাকে তখন কন্দের সুরা-সার প্রসারিত হইয়া নির্দেশকের ছিদ্র যথা দিয়া সমুখ দিকে অগ্রসর হয় কিন্তু নির্দেশকটি যথাবৎ পূর্বস্থানে থাকিয়া যায় ; এইরূপে ইহা কন্ডাচ স্থানচ্যুত না হইয়া রাজিমানের সর্ব নিয় তাপ-মাত্রা নির্দেশ করে, পরে আমরা যখন ইচ্ছা তাহা নিষিদ্ধ করিতে পারি ।

**বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ ।**—বায়বীয় পদার্থ মাত্রেরই সম তাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয়, কিছুতেই এই প্রাকৃতিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে না ; কিন্তু নিরেট ও তরল পদার্থ সম তাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয় না । একই তাপ-মাত্রায় কাচ অপেক্ষা লৌহ, লৌহ অপেক্ষা রৌপ্য, রৌপ্য অপেক্ষা সীস, সীস অপেক্ষা রক্ত এবং রক্ত অপেক্ষা পিত্তল অধিকতর প্রসারিত হয় । এইরূপ পারদ, জল, সুরা-সাব, তৈল প্রভৃতি তরল পদার্থ সকলেরও সম তাপ-মাত্রায় প্রসারণের ন্যূনাদিক্য পরিলক্ষিত হয় । সম তাপ-মাত্রায় বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ জলের প্রসারণ অপেক্ষা ১৩ গুণ অধিক ।

২৭৩ আয়তন ( Volume ) বিশিষ্ট যে কোন বায়বীয় পদার্থ  $1^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত হইলে প্রসারিত হইয়া ২৭৪ আয়তন প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ মোটের উপর এক আয়তন বৃদ্ধি হয় । এই নিয়মামুসারে বায়বীয় পদার্থ এক ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহা  $\frac{1}{273}$  গুণ আয়তনের বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় । এইরূপে ২৭৩ আয়তন অক্সিজেন  $20^{\circ}\text{C}$  এ উত্তপ্ত হইলে  $273+20=293$  আয়তনে প্রসারিত হয় । পুনশ্চ তাপ-মাত্রায় হ্রাস হইলে বায়বীয় পদার্থ উপরোক্ত নির্দিষ্ট হারে সঙ্কুচিত হয়, অর্থাৎ প্রতি ডিগ্রিতে আয়তনের  $\frac{1}{273}$  গুণ হ্রাস হইয়া থাকে । এই অঙ্ক ( $\frac{1}{273}$ ) কে ইংরাজীতে বায়বীয় পদার্থের Coefficient of expansion কহে ।

করণায় পরমেশ্বর আমাদিগের মঙ্গলের জন্য যে অসংখ্য সুনিয়ম প্রবর্তিত করিয়াছেন, তন্মধ্যে তাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ একটা প্রধান । আমরা নিশ্বাস প্রশ্বাস দ্বারা জীবন ধারণ করি ; বাহিরের বিত্ত্ব বায়ু নিশ্বাস রূপে গৃহীত এবং পরীরাভ্যন্তরস্থ বিবাক্ত বায়ু প্রশ্বাসরূপে পরিত্যক্ত হয় ।



এই প্রাশাস বায়ু এতদূর দূষিত যে উহা বারবার নিশ্বাসরূপে গৃহীত হইলে বিবের স্থায় কাৰ্য্য করিয়া প্রাণ নষ্ট করে। প্রাশাসবায়ু জীবদুষ্ক ইহা সকলেই পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন; উক্ততা হেতু ইহা বাহিরের বায়ু অপেক্ষা অধিক প্রসারিত স্তরাতঃ অধিকতর লঘু—এজন্ত ইহা সহজেই উর্দ্ধে উঠিয়া যায় এবং অপেক্ষাকৃত শীতল ও বিশুদ্ধ বায়ু চতুর্দিক হইতে আসিয়া উহার স্থান অধিকার করে স্তরাতঃ আমরা সর্বদা বিশুদ্ধ বায়ু নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া জীবন ধারণ করিতে সক্ষম হই। একরূপ স্থলর প্রাকৃতিক নিয়ম থাকিতে আমরা অজ্ঞতা হেতু বায়ু গমনাগমনের তাবৎ পথ রুদ্ধ করিয়া বহু জনে এক গৃহে বাস করি, একারণ সহজেই আমাদের শরীর বিধাক্ত বায়ু সেবনে রুগ্ন ও দুর্বল হইয়া পড়ে। গ্রীষ্মকালের কথা দূরে থাকুক, শীতকালেও শয়ন গৃহের বায়ু সঞ্চালনের কতকগুলি পথ উন্মুক্ত রাখা উচিত। কাপাস বা পশম নির্মিত গরম কাপড় দ্বারা শরীর উত্তমরূপে আবৃত করতঃ দরজা জানালা খুলিয়া শয়ন করিলে ঠাণ্ডা লাগিবার কোন সম্ভাবনা থাকে না।

যাহা হউক দূষিত উষ্ণ প্রাশাস বায়ু নির্গমনের জন্য শয়নগৃহের দেওয়ালের উপরিভাগে কতকগুলি ছিদ্র রাখা আবশ্যক; এই সকল ছিদ্র দ্বারা প্রাশাস বায়ু সহজেই বহির্গত হইয়া যাইতে পারে। রোগীর গৃহের বায়ু-পথ সর্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত, কিন্তু পাছে রোগীকে ঠাণ্ডা লাগে এই ভয়ে অনেকে বায়ু-পথের ক্ষুদ্র ছিদ্র পর্য্যন্তও বন্ধ থাও দ্বারা রুদ্ধ করিয়া রোগ বৃদ্ধির সহায়তা করেন।

সূর্য্য কিরণে ভূভাগ উত্তপ্ত হইলে তনিকটবর্তী বায়ুও উত্তপ্ত ও প্রসারিত হয় স্তরাতঃ লঘু হেতু উর্দ্ধগামী হইলে উপরিস্থিত অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ু গুরুভার হেতু নিম্নগামী হইয়া উক্ত স্থান অধিকার করে। একরূপ না হইলে আমাদের চতুর্দিকস্থ বায়ুরাশি ক্রমশঃ এত অধিক পরিমাণে উত্তপ্ত হইত যে আমরা কোন মতেই উহার মধ্যে বাস করিয়া জীবিত থাকিতে পারিতাম না। এই একই কারণে বায়ু এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সঞ্চারিত হইতেছে উহা আমরা স্পর্শক্রিয় দ্বারা অনুভব করিয়া থাকি। বায়ুর স্পর্শ মৃদু মন্দ আন্দোলন হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্য্যন্ত এই একই নিয়মের অধীন। বহুজনপদ-স্বাপী রিভূত বায়ুরাশি অত্যন্ত হইলে অতি দ্রুত উর্দ্ধগামী হয় এবং চতুর্দিক হইতে অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ুরাশি

প্রচণ্ড বেগে তৎক্ষণাৎ সেই স্থান অধিকার করে; এইরূপে বায়ুশির জন্ত-  
গতি ও পরস্পর সংঘর্ষে প্রবল ঝটিকা উৎপন্ন হয়।

সূর্য্য কিরণে সমুদ্রের জল শোষিত হইয়া বাষ্পরূপে উর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং  
উপরিস্থিত নীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইলে মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ  
প্রথমে সমুদ্রের উর্দ্ধভাগে আকাশে অবস্থিতি করে। যদি বায়ু না মহমান  
হইত তাহা হইলে মেঘ হইতে জল সমুদ্রেই নিপতিত হইত—পৃথিবীর অধি-  
কাংশ স্থল জল ব্যতিরেকে মরুভূমির আয় শুষ্ক থাকিত স্মতরাং উদ্ভিদ ও  
প্রাণিগুণের বাসের সম্পূর্ণ অসম্ভব হইত। কিন্তু বায়ু চতুর্দিকে সঞ্চরণ করে  
বলিয়া মেঘ সমুদ্রের উপরিভাগ হইতে ভূভাগের নানাস্থানে পরিচালিত হয়  
এবং বর্ষণ দ্বারা ধরাধিক শস্তশালিনী ও জীবগণের বাসোপযোগী করে।

(২) পদার্থের অবস্থান্তর প্রাপ্তি—পূর্বেই উক্ত হইয়াছে  
যে তাপ সংযোগে পদার্থ মাত্রেই প্রসারিত হয়। ইহাও উল্লিখিত হইয়াছে  
যে প্রত্যেক পদার্থের অণুসমষ্টির পরস্পরের মধ্যে একটি স্বাভাবিক আকর্ষণী-  
শক্তি আছে। এই শক্তি দ্বারা উহার পরস্পর দৃঢ়রূপে সংবদ্ধ থাকে। তাপ  
প্রয়োগে এই আকর্ষণীশক্তি হীনবল হইয়া পড়ে স্মতরাং অণু সকল পরস্পর  
হইতে পৃথক হইয়া পদার্থের প্রসারণ অর্থাৎ আয়তন বৃদ্ধি করে। পদার্থ প্রসারিত  
হইলে উহার ঘনত্বের হ্রাস হয়। এই রূপে তাপ সংযোগে নিরেট পদার্থ  
তরল বা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হইয়া থাকে এবং তাপ অপসৃত হইলে  
সঙ্কোচন হেতু বায়বীয় পদার্থ প্রথমতঃ তরল পরে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত হয়।  
অত্যধিক তাপ সংযোগে অধিকাংশ নিরেট পদার্থকেই বাষ্পাকারে এবং তাপ  
অধিক পরিমাণে অপসারিত করিলেই বায়বীয় পদার্থকে নিরেট অবস্থায়  
পরিণত করা যাইতে পারে।

দ্রবণ (Fusion)—কতকগুলি নিরেট পদার্থ তাপ সংযোগে তরল  
প্রাপ্ত হয় না; কাগজ, কাঠ প্রভৃতি পদার্থ তাপ সংযোগে দগ্ধ হইয়া বিস্মিষ্ট ও  
ভস্মীভূত হইয়া যায়।

প্রত্যেক পদার্থই একটি নির্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়।  
পদার্থভেদে দ্রবণের তাপ-মাত্রা (melting point) ভিন্ন ভিন্ন হইয়া থাকে।

যেহ ৬৪°C তাপ-মাত্রার দ্রব হইতে আরম্ভ হয় ; স্বর্ণ ১১০০°C তাপ-মাত্রায় গলিয়া যায় ।

উত্তাপ বস্তুই অধিক হউক না কেন, কোন বস্তু যে তাপ-মাত্রার দ্রব হইতে আরম্ভ হয় উহা সম্পূর্ণরূপে দ্রব না হইলে উক্ত তাপ-মাত্রার বৃদ্ধি হয় না । বরফের তাপ-মাত্রা ০°C—এক ঋণ বরফ অগ্নি সন্নিধানে রাখিয়া দিলে উত্তাপের আধিক্য হেতু উহা শীঘ্র শীঘ্র গলিতে থাকে বটে কিন্তু বতকণ না সম্পূর্ণ গলিয়া যায় তাপমান-বস্তু দ্বারা দ্রবীভূত জলের তাপ-মাত্রা পরিমিত হইলে পূর্ববৎ ০°C আছে দেখা বাইবে । সমস্ত বরফ গলিয়া জল হইয়া গেলে পর উহাতে বস্তু অধিক তাপ সংক্রামিত হয়, ততই উহার তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হইতে থাকে ।

প্রচ্ছন্নতাপ ( Latent heat )—পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে তাপ সংযোগেই পদার্থ তরল হই প্রাপ্ত হয় । বরফ গলিয়া জল হইবার সময় উক্ত জলের তাপ-মাত্রা বরফের তাপ-মাত্রা হইতে ভিন্ন নহে—অর্থাৎ ০°C । এক্ষণে স্বভাবতই প্রশ্ন হইতে পারে যে নিরেট বরফ দ্রব হইয়া জল অর্থাৎ তরল অবস্থা প্রাপ্ত হইতে তাপের প্রয়োজন হয় না কেন ? বরফ তরল অবস্থায় পরিণত হইতে অবশ্যই তাপের প্রয়োজন হয় কিন্তু সেই তাপ তাপমান-বস্তু দ্বারা পরিমাণ করিতে পারা যায় না ; শুদ্ধ বরফকে তরল অবস্থায় রাখিবার জন্যই সেই তাপের প্রয়োজন হয় এবং উহা প্রচ্ছন্ন ভাবে বরফ জলের মধ্যে অবস্থিতি করে—এই তাপকে জলের প্রচ্ছন্নতাপ কহে । ইহা তাপ মান-বস্তু দ্বারা পরিমিত হয় না । এইরূপে যে তাপকে তাপমান-বস্তু দ্বারা পরিমাণ করিতে পারা যায় না তাহাকে প্রচ্ছন্ন তাপ কহে । তাপমান-বস্তু দ্বারা পরিমিত তাপ প্রকাশ্য তাপ ( Sensible heat ) বলিয়া অভিহিত, ইহা ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে ।

### ৩। তাপের উৎপত্তি স্থল ।

(১) সূর্য্য—সূর্য্যই তাপের প্রধান উৎপত্তি স্থল । সূর্য্য নিজে স্বপ্রকাশ ও তেজোময় পদার্থ, ইহা দ্বারা পৃথিবীর উপরিভাগ ও সমগ্র পদার্থ উত্তপ্ত হয় । কিন্তু সূর্য্যের উত্তাপ ভূ-গর্ভের অধিক দূর পর্য্যন্ত প্রবেশ করিতে পারে না । সূর্য্য না থাকিলে জীব বা উদ্ভিদগণ প্রাণ ধারণ করিতে পারিত না ।

(২) ভূ-গর্ভ-নিহিত তাপ—ভূ-গর্ভ মধ্যে যে প্রচণ্ড উত্তাপ সঞ্চিত রহিয়াছে, তাহা হইতেও আমরা তাপ প্রাপ্ত হই। পৃথিবীর উপরিভাগ হইতে প্রায় ৬০ হাত পর্যন্ত নিম্নে খনন করিলে উত্তাপ ক্রমশঃ মন্দীভূত ও শীতলতা অনুভূত হয়, কিন্তু তাহার নিম্নে যতই খনন করা যায় ততই তাপের আধিক্য দৃষ্ট হয়। ৬০০ হাত নিম্নে ভূ-গর্ভের তাপ-মাত্রা  $100^{\circ}\text{C}$  অর্থাৎ সে স্থলে এত উত্তপ্ত যে তথ্যর জল স্বতই ফুটিতে থাকে। ক্রমশঃ ২০ বা ৩০ মাইল নীচে তাপ এত অধিক যে প্রস্তর, ধাতু প্রভৃতি নিরোট পদার্থও সে স্থলে তরলাবস্থা প্রাপ্ত হইয়া অবস্থিতি করে। আগ্নেয়গিরি হইতে যে দ্রবীভূত ধাতু বা প্রস্তরের স্রোত নির্গত হয়, ভূ-গর্ভস্থ প্রচণ্ড তাপ প্রভাবেই তাহা সংসারিত হইয়া থাকে।

(৩) ঘর্ষণ (Friction)—হইট পদার্থের পরস্পর সংঘর্ষণেও তাপের উৎপত্তি হয়। গাড়ি চলিলে চক্রের লৌহবেড় প্রস্তরময় পথের সহিত ঘর্ষণে উত্তপ্ত হয়।

৩র্থ পরীক্ষা।—এক খানি স্প্যাচুলা (Spatula) বালিতে ঘর্ষণ করিয়া স্পর্শ কর, উত্তাপ অনুভূত হইবে এবং উহা দ্বারা এক খণ্ড কস্করস্ স্পর্শ কর তাহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠিবে।

এতদ্বির হাতে হাতে ঘর্ষণ করিলেও উত্তাপ সমুদ্ভূত হয়।

(৪) ঘাত (Percussion)—ইহাও তাপোৎপত্তির অন্ততম কারণ।

৪র্থ পরীক্ষা।—একটি লৌহময় পদার্থে বারবার হাড়ড়ির আঘাত করিলে উহা উত্তপ্ত হয়। পরে তদ্বারা একখণ্ড কস্করস্ স্পর্শ করিলে তাহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে।

(৫) চাপ (Pressure)—চাপ দ্বারাও তাপের উৎপত্তি হইয়া থাকে।

৫ষ্ঠ পরীক্ষা।—একটি ব্রহ্মদায়তন নিয়মুখবদ্ধ কাচের পিষ্টকারীর বধ্যাহিত কণ্ডের (Piston) প্রান্তভাগে জল পরিমাণে গনকটন (Gun cotton) জড়াইয়া দণ্ডটি বধ্যাহানে সন্নিবেশিত করিয়া সজোরে নিম্নদিকে ঠেলিয়া দিলে অভ্যন্তরস্থ বায়ুর স্বেদনহেতু এত উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে গনকটন তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে। এই পিষ্টকারীকে ইংরাজীতে ফায়ার সিরিঞ্জ (Fire syringe) কহে। ইহার গঠনপ্রণালী সাধারণ পিষ্টকারী হইতে বিভিন্ন।

(৬) রাসায়নিক সম্মিলন (Chemical combination)—

রাসায়নিক সম্মিলন তাপোৎপত্তির একটি প্রধান কারণ।

যখনই ছই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয়, তখনই অল্প বা অধিক তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে, অধিকন্তু সময়ে সময়ে আলোকও উৎপন্ন হয়। অনাবৃত স্থানে অথবা আর্দ্র বায়ু মধ্যে রক্ষিত লৌহ খণ্ডের সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে রসিচা (Rust) উৎপন্ন হয়, কিন্তু এখানে রাসায়নিক মিলন এত মৃদু ভাবে ঘটিয়া থাকে যে তদুদ্ভূত তাপ আমরা সহজে অনুভব করিতে পারি না। কিন্তু পাইরোকোরস্ আয়রণ (Pyrophorous iron) নামক প্রক্রিয়া বিশেষে প্রস্তুত এক প্রকার বিশুদ্ধ লৌহচূর্ণ বায়ুস্পর্শ মাত্রেই অক্সিজেনের সহিত এরূপ সতেজে মিলিত হয় যে তাহা হইতে কেবল উত্তাপ নহে অগ্নি ক্ষুলিঙ্গ পর্য্যন্তও নির্গত হইয়া থাকে, এজন্য এই পদার্থ সর্বদা ছই মুখ বদ্ধ বায়ুশূন্য কাচ নলের মধ্যে রক্ষিত হয়; পরীক্ষার সময় ঐ নলের এক মুখ ভাঙ্গিয়া বায়ু মধ্যে উক্ত চূর্ণ নিক্ষেপ করিলে উহা অগ্নিময় দেখায়।

উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ (Sulphuric Acid) জলের সহিত মিশ্রিত করিলেই উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

১ম পরীক্ষা।—একটি কাচের পরীক্ষা নল (Test tube) উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ রাখিয়া তন্मध्ये জল ঢালিয়া দিলেই উহা সশব্দে ফুটিয়া উঠে এবং এত অধিক তাপ উৎপাদন করে যে পরীক্ষা নলটি ক্ষণকাল মধ্যে সাদাশয় উষ্ণ হইয়া উঠে। এক্ষণে ইহার মধ্যে কিঞ্চিৎ ইথার (Ether) ঢালিয়া দিলে উহা ফুটিতে থাকে।

কার্ঠ বা পাথুরিয়া কয়লা পুড়িলে যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাও রাসায়নিক সম্মিলনের ফল আত্ম। কার্ঠ বা কয়লার মধ্যে কার্বণ্ ও হাইড্রোজেন্ থাকে, দগ্ধ হইবার সময় ইহারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপাদন করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনের ফল স্বরূপ উত্তাপ ও আলোক উৎপাদিত হয়। বাঁধারি চূণ (Quick lime) জলের সহিত মিশ্রিত করিলে এত অধিক উত্তাপ সমুদ্ভূত হয় যে উহা সশব্দে ফুটিতে থাকে। চূণ (Calcium Oxide) ও জল এতদ্রুতের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়াই এত অধিক উত্তাপ উৎপন্ন হয়। রাসায়নিক বিশ্লেষণে (Chemical decomposition) উত্তাপ উৎপাদিত না হইয়া অপহৃত হয়। যৌগিক পদার্থ যে যে উপাদানে, বিভিষ্ট হয় তাহারাই তাপ শোষণ করিয়া লয়

এবং যখন তাহাদিগের পুনরায় রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয় তখনই উক্ত শোষিত তাপ পুনঃ প্রকাশমান হইয়া থাকে। যে স্থলে দুইটী মৌগিকের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) উপস্থিত হইয়া প্রথমতঃ বিস্ফোরণ ও তৎপরে মিলন সংঘটিত হয় সেই স্থলে তাপ প্রথমতঃ শোষিত ও পরে পুনঃ প্রকাশিত হয়।

## ৪। দাহন (Combustion)

আমরা প্রতিনিয়ত দাহন কার্যের ভূরি ভূরি দৃষ্টান্ত দেখিতে পাই। কাঠ, কয়লা প্রভৃতি পোড়াইয়া আমরা রন্ধনাদি কার্য সমাধা করিয়া থাকি। এবং রাত্রিকালে কোল্ গ্যাস, কেরোসিন, তৈল, মোমবাতি প্রভৃতি জ্বালাইয়া আলোক উৎপাদন করতঃ সূর্যালোকের অভাব মোচন করি। ইতিপূর্বে উক্ত হইয়াছে যে কোন দুইটী পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইলেই তাপ সমুদ্ভূত হয়; এবং কাঠ বা কয়লা, বাতি বা তৈল পুড়িবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত উহাদিগের রাসায়নিক সম্মিলন হয় তাহারও উল্লেখ করা গিয়াছে। রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন তাপ যখনই এত প্রবল হয় যে তদ্বারা মিলিত পদার্থ সকল জলিয়া উঠে তখনই আমরা উক্ত ক্রিয়াকে দাহন বলিয়া থাকি।

এতদ্ব্যতিরেকে আলোক নিসৃত না হইলেও কখন কখন পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন দাহন বলিয়া উক্ত হয়। আমাদের শরীরের মধ্যে নিরন্তর এইরূপ দাহন ক্রিয়া ঘটতেছে—আমরা নিশ্বাসের সহিত যে অক্সিজেন বাষ্প গ্রহণ করি তাহা শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে সঞ্চারিত হওতঃ উক্ত দাহন কার্য সম্পাদন করে। এইরূপ দাহন ক্রিয়াকে আমরা মৃদুদাহন (Slow combustion) कहিয়া থাকি।

দাহ ও দাহক পদার্থ—কাঠ, কয়লা, কোল্ গ্যাস প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দগ্ধ হয় তাহাদিগকে দাহ (Inflammable or combustible) পদার্থ কহে, এবং অক্সিজেন প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দাহন ক্রিয়ার সহায়তা করে তাহাদিগকে দাহক (Supporter of combustion) কহে। কোন কোন পদার্থ স্থল বিশেষে দাহ ও দাহক উভয়বিধ পদার্থের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। অক্সিজেন

এবং হাইড্রোজেন্ হইবার উত্তম দৃষ্টান্ত হইল। হাইড্রোজেন্ বাষ্প দাহ, ইহা জানাইলে নিশ্চয় (Non-luminous) শিখা নিশ্চয় করিয়া জলিতে থাকে কিন্তু সহজে দাহকের কার্য্য করে না অর্থাৎ কোন জলন্ত পদার্থকে উক্ত বাষ্পমধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা তৎক্ষণাৎ নিরূপিত হয়।

১ম পরীক্ষা।—এক বোতল হাইড্রোজেন্ মধ্যে একটি জলন্ত বাতি প্রবেশ করায়; বাতিটা তৎক্ষণাৎ নিবির্য্য হইবে কিন্তু হাইড্রোজেন্ বাষ্প বোতলের মুখে জলিতে থাকিবে।

অগ্নিজেন্ বাষ্প দাহক অর্থাৎ কোন জলন্ত পদার্থ উক্ত বাষ্পে মধ্যে প্রবেশ করাইলে প্রবল তেজের সহিত দাহন ক্রিয়া সম্পাদিত হয়; কিন্তু ইহা সহজে দাহ্ মহে অর্থাৎ অগ্নি সংযোগে জলিয়া উঠে না।

২য় পরীক্ষা।—এক বোতল অগ্নিজেন্ মধ্যে একটি জলন্ত বাতি প্রবেশ করায়; বাতিটা সতেজে জলিতে থাকিবে কিন্তু অগ্নিজেন্ জলিবে না।

একণে যদি হাইড্রোজেন্-বাষ্পপূর্ণ কোন কাচ পাত্রের মধ্যে একটি নল দ্বারা অগ্নিজেন্ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া উহাতে অগ্নি সংযোগ করা যায় তাহা হইলে নলের মুখে অগ্নিজেন্ বাষ্প জলিতে থাকে। এস্থলে অগ্নিজেন্ দাহ্ এবং হাইড্রোজেন্ দাহকের ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

**ফোটন (Explosion)**—কখন কখন দাহ ও দাহক উভয় পদার্থ একত্রে মিশ্রিত হইয়া অগ্নি সংযুক্ত হইলে সশব্দে জলিয়া মিলিত হয়। মিলনের সময় অত্যধিক উত্তাপ সমুদ্ভূত হইয়া সহসা উৎপন্ন বাষ্প সমূহের আয়তনের অত্যধিক বৃদ্ধি সাধন করে। বর্দ্ধিতায়তন বাষ্পসমূহ চতুর্পার্শ্বস্থিত বায়ু-মাশির সহিত সংঘর্ষিত হইয়া প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করে—এই প্রকার ক্রিয়াকে ফোটন কহে; এবং যে পদার্থের ফোটন হয় তাহাকে ফোটন-শীল (Explosive) কহে।

১০ম পরীক্ষা।—একটি সোডা ওয়াটারের বোতল ২ আয়তন হাইড্রোজেন্ এবং ১ আয়তন অগ্নিজেন্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া হিপি বন্ধ কর; পরে ঐ বোতলটির উপর তোরালে অথবা অন্ত কোন খোটা কাগড় দ্বারা উত্তম রূপে জড়াইয়া হিপি খুলিয়া উহার মুখ অগ্নিশিখার দ্বারা অগ্নি সংযোগে বোতলহুইয়া বাষ্প প্রচণ্ড শব্দে মিলিত হইয়া জল প্রস্ফুট হইবে।

বায়ু-ফোটন-শীল পদার্থের একটি উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত; যদি বায়ুকে কাগজ, মাটি অথবা বাষ্পের খোলের মধ্যে পুড়িয়া পলিতা দ্বারা অগ্নি-সংযুক্ত করা যায়

ভাঙ্গ হইলে বাক্সের ফোটন হয় এবং ঐ খোলটা অনেক সময়ে চূর্ণ হইয়া যায়। এই একই কারণে বন্দুক বা কামান ছুড়িলে ভয়ঙ্কর শব্দ হইয়া থাকে, এবং গুলি সতেজে দূরে নিক্ষিপ্ত হয়। এই কারণে পর্বতখণ্ড বা কোন কঠিন গাঁথনি সহজে উৎপাটিত করিবার জন্য বারুদ ব্যবহৃত হয়।

অধুনা বারুদের পরিবর্তে ডাইনামাইট (Dynamite) নামক এক ভয়ানক ফোটন-শীল পদার্থ ব্যবহৃত হইতেছে। সামান্য আঘাতেই এই পদার্থের ফোটন উপস্থিতি হয় কিন্তু অগ্নি সংযোগ করিলে কোনরূপ ফোটন না হইয়া উহা শুদ্ধ জলিয়া উঠে। এই পদার্থের ফোটন একরূপ ভয়ানক তেজস্কর যে ইহা অল্প পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া কত বৃহৎ বৃহৎ অট্টালিকা একেবারে ভূমিসাৎ হইয়াছে। ইউরোপে রাজদ্রোহীগণ এই পদার্থ গাড়ির চাকার নীচে নিক্ষেপ করতঃ অনেক সময়ে সন্ধান্ত রাজকর্মচারী ও রাজার প্রাণ বিনাশের চেষ্টা করিয়া থাকে।

শিখা (Flame)—সূর্য্য দিবাভাগে সমস্ত পৃথিবীতে অতুজ্জল আলোক প্রদান করেন। রাত্রিকালে তদভাবে আমরা দীপ জ্বালাইয়া কার্য্য করিতে সক্ষম হই। প্রজ্জ্বলিত শিখা হইতে আলোক উৎপন্ন হয়; কোল্ গ্যাস, কেরোসিন, মোমবাতি বা তৈলের প্রদীপ যাহাই জলুক না কেন, উক্ত পদার্থ বাষ্পাকারে দগ্ধ হইয়া জলন্ত শিখা উৎপাদন করে এবং ঐ শিখা হইতেই আলোকের উৎপত্তি হয়। কোল্ গ্যাস (Coal gas) স্বভাবতঃ বাষ্পাকারে থাকে বলিয়া জলিবার সময় স্বরূপ পরিবর্তন করে না। কিন্তু মোমবাতি, কেরোসিন বা অল্প তৈল জলিবার সময় উত্তাপ সংযোগে অগ্রে বাষ্পরূপে পরিণত হয়, পরে অধিকতর তাপ সংযোগে জলিয়া শিখা ও আলোক উৎপাদন করে।

কোন কারণে তাপ অপহৃত হইলে জলন্ত শিখা নির্বাপিত হয়। প্রত্যেক বাষ্পের জলিবার একটি স্বতন্ত্র তাপ-মাত্রা আছে, উহার ন্যূনে উক্ত বাষ্প কোন মতেই জলিতে পারে না। কোন বাষ্প যাবৎ জলিবার নির্দিষ্ট তাপ-মাত্রা প্রাপ্ত না হয় তাবৎ উহা কদাচ জলিবে না; এই কারণেই শীতল পদার্থ সংযোগে কোন জলন্ত শিখার তাপ-মাত্রা হ্রাস হইলে উক্ত শিখা নির্বাপিত হইয়া যায়।

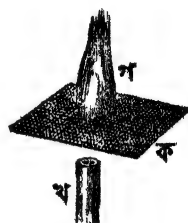


১১শ পরীক্ষা—একটি জলন্ত কোল্ গ্যাসের শিখার মধ্যস্থলে একখানি স্থল লৌহ-তার নির্মিত জাল স্থাপন কর, জালের উপরিস্থিত শিখা নির্বাপিত হইবে, কেবল মাত্র জালের নিম্নস্থ শিখা জ্বলিতে থাকে ।

এস্থলে গ্যাস যদিও লৌহ জালের ছিদ্র মধ্য দিয়া উপরে উঠিতে থাকে তথাপি উহা জলে না ; ইহার কারণ এই জলন্ত শিখার যে স্থানে লৌহজাল সংলগ্ন হয় তাহার তাপ-মাত্রা এত কমিয়া যায় যে জালের উপরিস্থিত গ্যাস জলিবার নির্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় উপনীত হয় না সুতরাং শিখাটি মিথিয়া যায় ।

১২শ পরীক্ষা—একটি পাত্রে শোধিত হুয়া ( Rectified spirit ) রাখিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে উহা জ্বলিতে থাকে । এক্ষণে এই জলন্ত হুরাকে যদি আমরা ভূমিতে নিক্ষেপ করি তাহা হইলে ইহা জ্বলিতে জ্বলিতে পড়ে এবং ভূমিতে পড়িয়াও জ্বলিতে থাকে, কিন্তু একটা স্থল তারের জালের ভিতর দিয়া চালিলে শিখার তাপ অপহৃত হয় বলিয়া হুয়া পূর্বোক্তরূপ জ্বলিতে জ্বলিতে পড়ে না ।

১৩শ পরীক্ষা—নল (৬ষ্ঠ চিত্র, খ) হইতে নিষ্কৃত কোল্ গ্যাসের মধ্যে এক খানি লৌহ তারের জাল ( ক ) স্থাপন করিয়া উপরে অগ্নি সংযোগ করিলে উপরোক্ত কারণে জালের উপরিস্থিত গ্যাস ( গ ) জ্বলিতে থাকে, নিম্নস্থ গ্যাস জলে না ।



৬ষ্ঠ চিত্র ।

ডেভির আবিষ্কৃত দীপ—সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক স্যার হাম্ফ্রে ডেভি ( Sir Humphrey Davy ) প্রথমতঃ উপরোক্ত সহজ তত্ত্ব আবিষ্কার করেন এবং এই তত্ত্ব অনুসরণ করিয়া যে এক স্বনাম-খ্যাত দীপ (Davy's Safety Lamp) নির্মাণ করিয়াছেন তাহা মানবজাতির যে কি অশেষ মঙ্গল সংসাধন করিতেছে তাহার ইয়ত্তা করা যায় না । খনির মধ্যে সময়ে সময়ে জ্বলা-বাষ্প ( Marsh gas ) বহুল পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং বায়ুর সহিত মিশ্রিত হওতঃ স্ফোটন-শীল মিশ্র বাষ্পে পরিণত হইয়া তন্মধ্যে অবস্থিতি করে। শ্রমজীবীগণ কার্যোপলক্ষে খনির মধ্যে আলোক লইয়া গেলে ঐ মিশ্র বাষ্প অত্যন্তিক্রমে জ্বলিয়া উঠে এবং এইরূপে শত সহস্র লোক অকস্মাৎ প্রজ্জ্বলিত অগ্নিমধ্যে অকালে কালগ্রাসে পতিত হয় । একে খনি আতঙ্ককারময়, আলোক না লইয়া গেলে সেখানে কার্য্য করিতে পারা যায় না,

অথচ আলোক লইয়া গেলেও সময়ে সময়ে এইরূপ ভয়ঙ্কর বিপদ উপস্থিত হয়। এই ভয়াবহ দুর্ঘটনা নিবারণের কোন উপায় আবিষ্কৃত হইতে পারে কিনা তাহাই ডেভির নিরত চিন্তার বিষয় ছিল। অবশেষে তিনি অসাধারণ প্রতীভাবলে এমন একটা দীপ নিৰ্ম্মাণ করিলেন বাহা খনির মধ্যে লইয়া গেলে উক্ত স্থান আলোকিত হয় অথচ ফোটন-শীল বাষ্প থাকিলে জলিয়া উঠে না। এই দীপের গঠনপ্রণালী অতি সরল—চতুর্দিকে লৌহ জাল বেষ্টিত, একটা সাধারণ দীপ (৭ম চিত্র) ব্যতীত ইহা অপর কিছুই নহে। খনির মধ্যে লইয়া গেলে ফোটন-শীল বায়ু-মিশ্রিত জলা-বাষ্প লৌহ জালের অভ্যন্তরে প্রবেষ্ট হইয়া আলোক সংস্পর্শে জলিতে থাকে কিন্তু লৌহ জাল ব্যবধান থাকিবার জন্য অভ্যন্তরস্থ শিখা এত তেজোহীন হইয়া পড়ে যে বাহিরের মিশ্র বাষ্প জ্বলনের নির্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় উপনীত হইতে পারে না, সুতরাং উহা জলিয়া উঠে না। ডেভির দীপ সাহায্যে শ্রমজীবীগণ খনির মধ্যে নিরাপদে কার্য করিতে সক্ষম হয়। ডেভির দীপ আবিষ্কৃত হওয়া পর্য্যন্ত কত



৭ম চিত্র।

সহস্র সহস্র লোকের যে প্রাণ রক্ষা হইয়াছে ও হইতেছে তাহার সংখ্যা করা যায় না। কলতঃ বিবিধ বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব আবিষ্কৃত হইয়া প্রতিনিয়ত সংস্কারের যে স্রমহং মঙ্গল সাধন করিতেছে এবং বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতেরা জগতের কিরূপ মহোপকারক তাহা এই এক ডেভির দীপ দ্বারা সুস্পষ্ট প্রমাণিত হইতেছে।

শিখার উজ্জ্বল্য—শিখার মধ্যে নিরেট পদার্থ বিদ্যমান থাকিয়া উহার উজ্জ্বল্য সম্পাদন করে, নিরেট পদার্থ যত অধিক পরিমাণে থাকে শিখাও তত অধিকতর উজ্জ্বল প্রতীয়মান হয়।

হাইড্রোজেন বাষ্প জ্বালাইলে উহার শিখা সহজে দেখিতে পাওয়া যায় না কিন্তু এক খণ্ড প্ল্যাটিনম তার উক্ত শিখার মধ্যে ধারণ করিলে শিখা উজ্জ্বল হইয়া দৃষ্টিগোচর হয়।

অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন একত্রে মিশ্রিত করিয়া জ্বালাইলে উহার শিখা প্রায় অদৃশ্য থাকে কিন্তু উহার উত্তাপ সাতিশয় প্রবল হয়; এই

অল্প প্রায় শিখার মধ্যে এক খণ্ড তুঙ্গ চুণের বাতি (Lime cylinder) ধারণ করিলে উহা অত্যধিক উজ্জ্বল আলোক বিতরণ করে। ইংরা-জীতে ইহাকে লাইম্ লাইট (Lime light) কহে। এই আলোক এত অধিক উজ্জ্বল ও তেজস্কর যে বহুদূর হইতে উহা দৃষ্টিগোচর হয়, একারণ সমুদ্রপথে আলোক-স্তম্ভে (Light-house) এই আলোক প্রদত্ত হইয়া থাকে।

আমরা সচরাচর যে সকল দীপ জ্বালাইয়া থাকি, অঙ্গারের অতি সূক্ষ্ম-কণাসমূহ তন্মধ্যে বিদ্যমান থাকিয়া শিখার উজ্জ্বল্য সম্পাদন করে। উত্তাপ সংযোগে নিরেট সূক্ষ্ম অঙ্গারকণা সমূহ স্বেতবর্ণ ধারণ করে এবং তজ্জন্ত শিখা উজ্জ্বল দেখায়। উজ্জ্বল শিখার মধ্যে অঙ্গারকণার অস্তিত্ব আমরা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করিতে পারি।

১৫শ পরীক্ষা।—শিখার উপরি ভাগে এক খণ্ড কাচ বা অন্ত পদার্থ ধারণ করিলে উহাতে কাল দাগ পড়ে, ইহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঙ্গার কণার সমষ্টি মাত্র। শিখার মধ্যে অঙ্গারকণা না থাকিলে কখনই কোন পদার্থের উপর ভূষা পড়ে না।

যদি কোন উপায়ে শিখা অঙ্গারকণাসমূহ সম্পূর্ণ দহু করিয়া কার্বনিক্ র‍্যাসিড বাষ্পে পরিণত করা যায় তাহা হইলে শিখার উজ্জ্বল্য বিনষ্ট হয় অর্থাৎ উহা নিশ্চিন্ত হইয়া পড়ে কিন্তু উহার উত্তাপ সমধিক প্রবল হয়। বুনসেন্ (Bunsen) নামক বিখ্যাত জার্মান বৈজ্ঞানিক কোশলে কোল্ গ্যাসের নলের মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইয়া শিখাকে নিশ্চিন্ত অথচ অত্যধিক তাপ সম্পন্ন করিতে সক্ষম হইয়াছেন। কোল্ গ্যাসের নলের নিম্ন প্রদেশে বায়ু প্রবেশের কতক-গুলি ছিদ্র রাখিয়া এই কার্য সম্পন্ন করিয়াছেন। এই সকল ছিদ্র দিয়া গ্যাসের সহিত বায়ু মিশ্রিত হয়। এই মিশ্র বাষ্পের মধ্যে অধিক অক্সিজেন থাকে বলিয়া উহা জ্বালাইলে সূক্ষ্ম অঙ্গারকণাসমূহ অধিক অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণ দহু হইয়া কার্বনিক্ র‍্যাসিডে পরিণত হয়, সুতরাং নিরেট পদার্থের অভাবে শিখার উজ্জ্বল্য একেবারে নষ্ট হয় কিন্তু শিখার উত্তাপ সম-ধিক প্রবল হয়। ছিদ্রগুলি বন্ধ করিয়া বায়ু রুদ্ধ করিলে শিখা পুনরায় উজ্জ্বল হইয়া উঠে।

শিখার গঠন—প্রত্যেক জলন্ত শিখা তিন অংশে বিভক্ত, যথা—

১ম। কৃষ্ণবর্ণ আভ্যন্তরিক অংশ (Dark central zone)—শিখার ঠিক মধ্যস্থলে এই অংশ (পার্শ্বস্থ চিত্র মধ্য ক) দৃষ্টগোচর হয়, ইহাতে উত্তাপ বা আলোক কিছুই থাকে না। এস্থলে দাহ বাষ্প অদগ্ধাবস্থায় বিদ্যমান থাকে।



১ম চিত্র।

১৫শ পরীক্ষা।—একটি সরু ঘিষ্ম বক্স কাচনলের (১ম চিত্র, ঘ) একমুখ শিখার আভ্যন্তরিক অংশে স্থাপন করিয়া অপর মুখ দ্বারা নলস্থিত বায়ু শোষণ করিয়া লইলে উহা হইতে দাহ বাষ্প নির্গত হয় এবং ঐ বাষ্প অগ্নি সংযোগে জ্বলিয়া উঠে।

১৬শ পরীক্ষা।—একটি স্পিরিট বাতির শিখার উপরিভাগে একখণ্ড কাগজ কণকালমাত্র ধারণ করিয়াই সরাইয়া লইলে কাগজের উপর একটি কৃষ্ণবর্ণ গোলাকার রেখাপাত হয়, ঐ রেখার মধ্যস্থল যেতবর্ণ থাকে। শিখার মধ্যস্থলে আলোক থাকিলে এরূপ বিভিন্নতা দৃষ্ট হইত না।

১৭শ পরীক্ষা।—এক পোর্সিলেন্ (Porcelain) পাত্রে মধ্যস্থলে একটি হিপি স্থাপন করতঃ তদুপরি কিঞ্চিৎ বারুদ রাখিয়া ঐ পাত্রের চতুর্দিকে হুয়া-সার ঢালিয়া অগ্নি সংযোগ কর—চতুর্দিক ব্যাপিয়া প্রবল বেগে শিখা জ্বলিলেও মধ্যস্থিত বারুদ জ্বলিয়া উঠে না। ইহার কারণ এই যে শিখার মধ্যস্থলে হুয়া-সার বাষ্পরূপে অদগ্ধাবস্থায় অবস্থিত করে সুতরাং বারুদ জ্বলিয়া উঠে না।

২য়। উজ্জ্বল মধ্যাংশ (Luminous zone)—শিখার এই অংশের (১ম চিত্র, খ) উত্তাপ তাদৃশ অধিক নহে। ইহাতে অক্সিজেনের ভাগ অধিক এবং অক্সিজেনের ভাগ অল্প পরিমাণে থাকে। অক্সিজেনসমূহ উত্তপ্তাবস্থায় সহজে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে বলিয়া শিখার এই অংশকে অক্সিজেন্-গ্রাহক শিখা (Reducing flame) কহে। কোন ধাতুর যৌগিককে এই অংশে উত্তপ্ত করিলে মূল ধাতুটি যৌগিক হইতে পৃথক হইয়া পড়ে।

৩য়। অদৃশ্য-প্রায় বাহ্যিক অংশ (Non-luminous zone)—শিখার এই অংশের (১ম চিত্র, গ) উত্তাপ সর্বাপেক্ষা অধিক কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ অধিক পরিমাণে থাকে। শিখার এই অংশে স্বল্প অক্সিজেনসমূহ অধিক

অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড্ (Carbonic Acid) বাষ্পে পরিণত হয় সুতরাং নিরেট পদার্থের অভাবে ইহা উজ্জল না হইয়া অদৃশ্য-প্রায় থাকে । শিখার এই অংশে অক্সিজেন্ অধিক থাকে বলিয়া ইহাকে অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা (Oxidising flame) কহে ।

ঐতিস্তির বাকুনল (Blowpipe)

সাহায্যে পাতিত শিখার উজ্জল মধ্যাংশকে (২ম চিত্র, খ) অক্সিজেন্-গ্রাহক এবং অদৃশ্য-প্রায় বাহ্যাংশকে (ক) অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা কহে ।



২ম চিত্র ।

তাপ সম্বন্ধে অজ্ঞাত জ্ঞাতব্য বিষয় নির্বাচিত পাঠ্য প্রবন্ধের অন্তর্ভুক্ত নহে বলিয়া এস্থলে তাহা লিখিত হইল না ।

## দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ ।

—o—

### তাড়িত (ELECTRICITY)

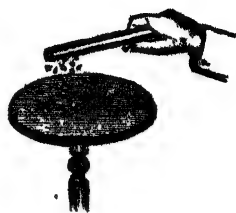
তাড়িত যে কি পদার্থ এ পর্যন্ত তাহা নির্ণীত হয় নাই, কিন্তু ইহার নানার্না কার্যকলাপ দৃষ্টে তাপ, আলোক প্রভৃতির ত্রায় ইহাও একটা ভৌতিকশ (Physical force) বলিয়া পরিগণিত হয় ।

তাড়িতের ক্রিয়া—তাড়িত প্রধানতঃ অত্র পদার্থকে আকর্ষণ (Attraction) বা বিপ্রকর্ষণ অর্থাৎ দ্বীকরণ (Repulsion) করিয়া ন্ত্রী শক্তির পরিচয় প্রদান করে । ইহা ব্যতীত তাড়িতের বিকাশে তাপ ও আলোনে উৎপত্তি হয় এবং রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ (Chemical combination and decomposition) সংসাধিত হইয়া থাকে । তাড়িত-প্রবাহ আমাণে শরীরে সঞ্চালিত হইলে পেশী সকলের আক্কেপ (Spasm) উপস্থিত তখন আমরা এক প্রকার কম্পন অনুভব করিয়া থাকি এবং তাড়িত-প্রবাঃ সমধিক তেজস্কর হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয় । বজ্রাঘাতে মৃত্যু ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত ।

অতি প্রাচীন কাল হইতে মানবমণ্ডলী তাড়িতের কার্য লক্ষ্য করি আসিতেছেন । খৃষ্ট জন্মবার ছয় শত বৎসর পূর্বেও ম্যাম্বার (Amber) নাম লাঙ্কার ত্রায় এক প্রকার পদার্থ রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পালক প্রভৃ লঘু পদার্থ আকর্ষণ করে ইহা অনেকেই বিদিত ছিলেন । পরে খৃষ্টীয় ৭ শতাব্দীতে ডাক্তার গিলবার্ট প্রমাণ করেন যে ম্যাম্বার ব্যতীত কাচ, লাক্কাত প্রভৃতি পদার্থও ভিন্ন ভিন্ন বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে আকর্ষণ শক্তি প্রাপ্ত বাহাইউক, অষ্টাদশ শতাব্দীর পূর্বে তাড়িত সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান নিতান্ত সী ছিল কিন্তু অধুনা ইহা সমধিক উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং উত্তরোত্তর অধি প্রসারিতা প্রাপ্ত হইতেছে । তাড়িত সাহায্যে মানবের যে কি অশেষ উৎ সাধিত হইতেছে তাহা একেবারেই বর্ণনাভীত, শুদ্ধ তার্যযোগে সংবাঃ

ব্যাপারটী মনোমধ্যে একবার চিন্তা করিলে তাড়িতের উপকারিতা উপলব্ধি করিয়া আশ্চর্য্যান্বিত হইতে হয় ।

১ম পরীক্ষা।—একটা কাচ বা লাক্ষা দণ্ড ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজ সোলা খণ্ডের সন্নিহিত আনয়ন করিলে উহার কৃষ্ণ হইয়া দণ্ডে সংলগ্ন হয় (১০ম চিত্র) । কাচ বা লাক্ষা এইরূপে ঘর্ষিত হইলে উহারিণের মধ্যে তাড়িত পর হয় এবং ক্ষুদ্র কাগজ বা সোলাব টুকরা আকর্ষণ রা স্বীয় অস্তিত্বের পরিচয় প্রদান করে ।



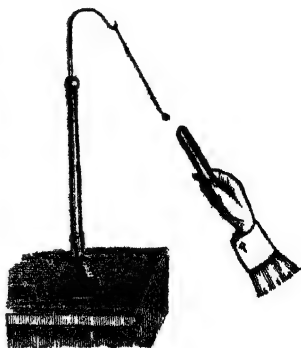
১০ম চিত্র ।

### ১। ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত ।

নানাবিধ উপায়ে তাড়িত উৎপাদিত হইয়া থাকে তন্মধ্যে ঘর্ষণ (Friction) ও রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) এই দুই উপায়ই প্রধান ।  
৭ দ্বারা উৎপাদিত তাড়িতকে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত (Frictional বা 'anklinic বা Static Electricity) কহে; রাসায়নিক ক্রিয়াজনিত তাড়িত গ্লেটক্ বা গ্যালভ্যানিক তাড়িত (Voltaic বা Galvanic Electricity) মে অভিহিত । আমরা প্রথমতঃ ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের বিষয় আলোচনা করিব ।

তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র—কোন পদার্থে তাড়িত উৎপন্ন হইয়াছে কি না জানি-  
র নিমিত্ত তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র (Electroscope) ব্যবহৃত হয় । অতি সহজ

পায়ে নির্মিত এক প্রকার তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্রের চিত্র (১১শ চিত্র) পার্শ্বে প্রদর্শিত হইল,  
'সচরাচর ইলেক্ট্রিক পেন্ডুলুম (Electric 'ulum) নামে অভিহিত । কাচের র স্থাপিত একটা বক্রে কাচ দণ্ডে রেশমী দ্বারা ক্ষুদ্র সোলা খণ্ড ঝুলাইয়া এই যন্ত্র ত হয় । এক্ষণে কোন একটা কাচদণ্ড পী ক্রমাল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উক্ত সোলা ব সন্নিহিত ধারণ করিলে উহা আকৃষ্ট



১১শ চিত্র ।

হইবে। সোলাখণ্ড এইরূপে আকৃষ্ট হইয়া কাচ দণ্ডে তাড়িত উৎপাদিত হইয়াছে ইহাই প্রমাণ করে। কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকট স্থিত হইলে উহা আকৃষ্ট হইয়া কাচদণ্ড স্পর্শ করে কিন্তু স্পর্শ করিবার ক্ষণকাল পরেই উহা হইতে দূরে পলায়ন করে। অতঃপর উক্ত কাচদণ্ড পূর্ব-বৎ ঘর্ষিত হইয়া যতবার ঐ সোলাখণ্ডের সন্নিহিত নীত হইবে ততবারই সোলাখণ্ড পুনরাকৃষ্ট না হইয়া কাচদণ্ড হইতে দূরে পলায়ন করিবে। এক্ষণে যদি একটা লাক্কাদণ্ড ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া পূর্বোক্ত সোলাখণ্ডের নিকট নীত হয় তাহা হইলে ঐ সোলাখণ্ড পূর্ববৎ দূরে পলায়ন না করিয়া লাক্কাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইবে।

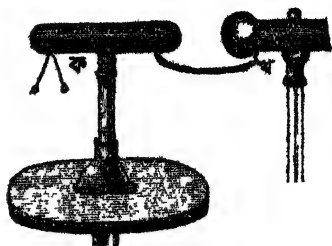
কাঁচদণ্ডের পরিবর্তে যদি একটা লাক্কাদণ্ড ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকট স্থিত হয় তাহা হইলে উহা আকৃষ্ট হইয়া লাক্কাদণ্ডে সংলগ্ন হয় কিন্তু ক্ষণকাল পরেই দূরে পলায়ন করে। অতঃপর যতবার উক্ত লাক্কাদণ্ড ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকটে আনীত হইবে, তত বারই ঐ সোলাখণ্ড আকৃষ্ট না হইয়া দূরে পলায়ন করিবে। কিন্তু এক্ষণে পুনরায় একটা কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া ঐ সোলাখণ্ডের নিকট নীত হইলে উহা পূর্ববৎ পলায়ন না করিয়া আকৃষ্ট হইবে। তবেই দেখা গেল যে সোলাখণ্ডটী একবার কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া স্পর্শিত হইলে পুনরায় উহা দ্বারা আকৃষ্ট হয় না অপরন্তু বিপ্রকৃষ্ট হয় কিন্তু উহাই আবার ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত লাক্কাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়। আবার ঐ সোলাখণ্ডটী প্রথমতঃ লাক্কাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া স্পর্শিত হইলে উহা দ্বারা পুনরাকৃষ্ট না হইয়া দূরে গমন করে কিন্তু উহাই আবার রেশমী-বস্ত্র ঘর্ষিত কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়। এই সকল পরীক্ষা দ্বারা আমরা জানিতে পারি যে তাড়িত দুই প্রকার। কাচদণ্ড রেশমী-বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে এক প্রকার তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে সংযোগ-তাড়িত ( Vitrious or Positive Electricity ) কহে এবং লাক্কাদণ্ড ক্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে বিয়োগ-তাড়িত ( Resinous or Negative Electricity ) কহে।

এই দুই প্রকার তাড়িতই স্বতন্ত্র ভাবে অপরাপর বস্তুকে আকর্ষণ করিতে পারে, কিন্তু দুইটা পদার্থ একই প্রকার তাড়িতযুক্ত হইলে উহার পরস্পর



আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রাকৃষ্ট হয়। অপরন্তু দুইটা পদার্থ বিভিন্ন তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া থাকে।

২য় পরীক্ষা।—কাচদণ্ডের উপর স্থাপিত পিত্তল নির্মিত একটা চোঙ্গের (১২শ চিত্র, ক) এক প্রান্তে ২টা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড স্থাপিত দ্বারা বুলাইয়া চোঙ্গটিকে ভস্ম বা উইম্‌স্‌হাউস্‌ নির্মিত তাড়িত-যন্ত্রের (Voss or Wimshurst's) Electrical machine ) সংযোগ দণ্ডের (Positive knob, খ)



১২শ চিত্র।

সহিত একটা পিত্তলের শিকল দ্বারা সংযুক্ত করিলে উক্ত সোলাখণ্ড দ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক হইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে পিত্তলের চোঙ্গটা তাড়িত যন্ত্র সংস্পর্শে সংযোগ তাড়িত যুক্ত হয়, এবং ইহার কিয়দংশ মাত্র সূত্র দ্বারা পরিচালিত হইয়া সোলাখণ্ড দ্বয়ে সংক্রামিত হয়; দুইখণ্ড সোলা একই প্রকার তাড়িত-যুক্ত হয় বলিয়া পরস্পর হইতে দূরে পলায়ন করে।

এতদ্বারা ইহাই প্রমাণিত হইতেছে যে ২টা বস্তু একই প্রকার তাড়িত যুক্ত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রাকৃষ্ট হয়।

এক্ষণে আমরা যদি আর একটা পূর্বোক্তরূপ সোলাযুক্ত পিত্তলের চোঙ্গ তাড়িত-যন্ত্রের বিরোগদণ্ডের (Negative knob) সহিত যুক্ত করিয়া দিই তাহা হইলেও পূর্বোক্ত কারণে দুই খণ্ড সোলা পরস্পর হইতে দূরে পলায়ন করিবে কেন না এস্থলে উহার একই প্রকার অর্থাৎ বিরোগ তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত হইয়াছে। অতঃপর যদি আমরা তাড়িতযুক্ত এই দুইটা চোঙ্গকে পরস্পর নিকটস্থ করি, তাহা হইলে একের সোলা অপরের সোলা দ্বারা আকৃষ্ট হইবে। ইহার কারণ এই যে একের সোলাখণ্ড সংযোগ-তাড়িত ও অপরের সোলা বিরোগ-তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত, সুতরাং বিভিন্ন তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত বলিয়া পরস্পর আকৃষ্ট হয়। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুইটা পদার্থ বিভিন্ন তাড়িতযুক্ত হইলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে অর্থাৎ সংযোগ-তাড়িত বিরোগ-তাড়িতকে এবং বিরোগ-তাড়িত সংযোগ-তাড়িতকে আকর্ষণ করে।

তাড়িতের প্রকৃতি—পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে তাড়িত কি পদার্থ তাহা আমরা এ পর্যন্ত জানিতে পারি নাই, কিন্তু তাড়িতের কার্য পর্যালোচনা করিয়া ইহার প্রকৃতি সম্বন্ধে নানাবিধ মত উদ্ভাবিত হইয়াছে। সিমার (Symmer) নামক ইংরাজ বৈজ্ঞানিকের মতই অধুনা সর্ববাদীসম্মত।

জিনি বলেন যে প্রত্যেক পদার্থ মধ্যে অতি সূক্ষ্ম, তরল, ভারহীন তাড়িত-শক্তি (Electrical fluid) নিহিত আছে। এই শক্তি সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িতের মিলনে উৎপন্ন। যতক্ষণ এই দুই প্রকৃতির তাড়িত মিলিতাবস্থায় থাকে, ততক্ষণ পদার্থ মধ্যে আমরা তাড়িতের কোন ক্রিয়াই দেখিতে পাই না; পদার্থের এই অবস্থাকে নিষ্ক্রিয় অবস্থা (Neutral state) কহে। ঘর্ষণ, রাসায়নিক ক্রিয়া বা অপর কোন উপায়ে পদার্থনিহিত তাড়িত-শক্তিকে বিম্লিষ্ট করিয়া সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। এক প্রকার তাড়িত উৎপাদিত হইলে অপর প্রকার তাড়িতের উৎপাদন অবশ্যজ্ঞাবী, এবং উহার সর্বত্র সম পরিমাণে উৎপাদিত হইয়া থাকে। কিন্তু নানা উপায়ে যে কোন পদার্থ মধ্যে সংযোগ বা বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ বৃদ্ধি করিতে পারা যায়; পদার্থ মধ্যে সংযোগ তাড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে সংযোগ-তাড়িত-যুক্ত (Positively electrified) এবং বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে বিয়োগ-তাড়িত-যুক্ত (Negatively electrified) কহা যায়।

তাড়িত পরিচালক ও অপরিচালক—কাচ বা লাক্কাদণ্ড ক্যু্যানেল্ বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে সোলাখণ্ড আকর্ষণ করে ইহা পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে; কিন্তু যে অংশ ঘর্ষিত হয় সেই অংশেরই আকর্ষণ শক্তি জন্মে অপর কোন অংশে ঐ শক্তি দৃষ্টিগোচর হয় না। ইহার কারণ এই যে কাচ, লাক্কা প্রভৃতি পদার্থে তাড়িত এক অংশ হইতে অপর অংশে পরিচালিত হয় না—যে স্থানে উৎপাদিত হয় সেই স্থানেই আবদ্ধ হইয়া থাকে। কিন্তু ইতিপূর্বে (১২শ চিত্রে) প্রদর্শিত হইয়াছে যে কাচদণ্ডে স্থাপিত একটা পিস্তলের চোঙ্গের এক প্রান্ত তাড়িত-বস্ত্র সংযোগে তাড়িতযুক্ত করিলে এবং অপর প্রান্তে দুই খণ্ড সোলা সূত্র দ্বারা ঝুলাইয়া দিলে তাহার পরস্পর পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে ধাতু নির্মিত পদার্থে তাড়িত সর্বত্র সমভাবে পরিচালিত হয়—উহার যে কোন স্থানে তাড়িত উৎপাদিত হউক না কেন, ক্ষণকাল মধ্যে সর্বত্র পরিচালিত হইয়া পড়ে। এ স্থলে যদিও চোঙ্গের এক প্রান্ত মাত্র তাড়িত বস্ত্রের সহিত যুক্ত থাকে কিন্তু উৎপাদিত তাড়িত চোঙ্গের সর্বত্র পরিব্যাপ্ত হইয়া সূত্র বাহিয়া দুই সোলাখণ্ডকে সংক্রমণ করে, সুতরাং উহার একই প্রকার

তাড়িতবৃত্ত হয় বলিয়া পরস্পর বিপ্রকৃষ্ট অর্থাৎ পৃথক হইয়া পড়ে। যে সকল পদার্থে তাড়িত একস্থান হইতে অপর স্থানে সহজে পরিচালিত হয়, তাহাদিগকে পরিচালক (Conductor) কহে এবং কাচ, লাক্ষা, প্রভৃতি যে সকল পদার্থে তাড়িত সহজে এক স্থান হইতে অল্প স্থানে পরিচালিত হইতে পারে না তাহাদিগকে অপরিচালক (Non-conductor) কহে।

কোন বস্তুই একেবারে সম্পূর্ণ পরিচালক বা সম্পূর্ণ অপরিচালক নহে। ধাতু প্রভৃতি যে সকল পদার্থ উৎকৃষ্ট পরিচালক বলিয়া গণ্য তাহারাও কিয়ৎ-পরমাণে তাড়িতের গতি রোধ করে। তাড়িতের গতিরোধকে ইংরাজীতে Resistance কহে। অপরন্তু কাচ প্রভৃতি পদার্থও একেবারেই অপরিচালক নহে, তবে উহারা সমধিক পরিমাণে তাড়িতের গতি রোধ করে বলিয়া সাধারণতঃ অপরিচালক বলিয়া গণ্য হয়। তাড়িত-অপরিচালক আধারকে ইংরাজীতে ইনসুলেটর (Insulator) কহে। যে সকল পদার্থে আমরা তাড়িত ধরিয়া রাখিতে ইচ্ছা করি তাহাদিগকে এইরূপ অপরিচালক আধারের উপর স্থাপন করিলে তাড়িত অপর কোন স্থানে সরিয়া যাইতে পারে না। কিন্তু তাড়িতবৃত্ত পদার্থ ভূমির সহিত কোনরূপে সংস্পৃষ্ট হইলেই অর্থাৎ অপরিচালক আধার উভয়ের মধ্যে ব্যবধানরূপে না থাকিলে ভূমির পরিচালকতাগুণে তাড়িত সমস্ত উক্ত পদার্থ হইতে অপসৃত হইয়া যায়। সচরাচর কাচ নির্মিত পদার্থ অপরিচালক আধার রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই হেতু ইতিপূর্বে পরিচালকতা গুণ পরীক্ষার জন্য যে ধাতু নির্মিত চোঙ্গের উল্লেখ করা গিয়াছে (২য় পরীক্ষা দেখ) তাহা একটী কাচ দণ্ডের উপর স্থাপিত; কারণ এরূপ না হইলে উৎপাদিত তাড়িত ক্ষণকাল মধ্যে ভূমিতে অপসৃত হইত স্ততরাং চোঙ্গের মধ্যে তাড়িতের কোন ক্রিয়াই লক্ষিত হইত না।

নিম্নে কতিপয় পরিচালক ও অপরিচালক পদার্থের তালিকা প্রদত্ত হইল।

পরিচালক।

ধাতু

ক্লকসীস (Graphite)

ব্রোম

জল

অপরিচালক।

নির্জল বায়ু (Dry air)

শুক বস্ত্র

রেশম

হীরক

পরিচালক ।

অপরিচালক ।

বরফ

কাচ

উদ্ভিদ

গন্ধক

জীবদেহ

লাক্স

কাচ নিশ্চিত পদার্থ যদিও অপরিচালক আধার রূপে ব্যবহৃত হয় কিন্তু উহা জল-বাষ্প আকর্ষণ করে বলিয়া সময়ে সময়ে পরিচালকের কার্যও করে। জল তাড়িত-পরিচালক ইহা ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে এবং বায়ু মধ্যে অল্পাধিক পরিমাণে জল-বাষ্প বিদ্যমান থাকে তাহাও আমরা অবগত আছি। বর্ষাকালে বায়ু মধ্যে এই জল-বাষ্পের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত অধিক থাকে, তখন আকর্ষণশক্তি শুণে উহা কাচ নিশ্চিত দ্রব্যের উপর সহজেই পতিত হয় সুতরাং কাচের আধারের উপর তাড়িতযুক্ত কোন পদার্থ রাখিলে তাড়িত কাচ সংলগ্ন জলবাষ্প দ্বারা পরিচালিত হইয়া ভূমি ও বায়ু মধ্যে অপমত হইয়া যায়। এজন্য বর্ষাকালে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের পরীক্ষা প্রদর্শন বড়ই সুকঠিন; চারিদিকে অগ্নি জ্বলিয়া বায়ুস্থিত জল-বাষ্প দূরীভূত করতঃ কাচের আধার সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক করিলে পর তত্পরি স্থাপিত তাড়িতযুক্ত পদার্থে তাড়িতের ক্রিয়া প্রকাশ পায়।

যখনই দুইটা বস্তু পরস্পর ঘর্ষিত হয় তখনই দুই প্রকার তাড়িত সম-পরিমাণে এককালীন উৎপাদিত হইয়া থাকে—একটা বস্তু সংযোগ ও অপরিচালক বিয়োগ তাড়িতযুক্ত হয়। পূর্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে যে একটা লাক্সদণ্ড ক্যুনেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত হয়, অতঃপর যদি তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র সাহায্যে উক্ত ক্যুনেল্‌খণ্ডকে পরীক্ষা করা যায় তাহা হইলে উহা সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হইয়াছে দেখা যাইবে। একই বস্তু ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পদার্থ ভেদে উহাতে বিভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হয়। কাচ রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে তন্মধ্যে সংযোগ-তাড়িত উৎপন্ন হয় কিন্তু ক্যুনেল্ দ্বারা কাচকে ঘর্ষণ করিলে উহাতে বিয়োগ-তাড়িতের উৎপত্তি হয়।

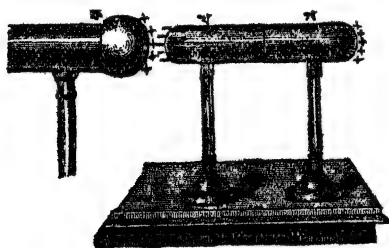
**তাড়িত-প্রবর্তন ( Induction )**—ইতিপূর্বে দর্শিত হইয়াছে যে বিভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং একই প্রকৃতির তাড়িত পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ করে। ইহাও দর্শিত হইয়াছে যে সংযোগ বা বিয়োগ তাড়িতযুক্ত পদার্থের দ্বারা অপর পদার্থ স্পৃষ্ট হইলে উহাও যথাক্রমে

সংযোগ বা বিরোগ তাড়িতযুক্ত হয়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে স্পর্শ ব্যতীত শুদ্ধ তাড়িতযুক্ত পদার্থের সন্নিহিতে কোন পরিচালক পদার্থ স্থাপন করিলেও উহাতে তাড়িত সংক্রামিত হয়।

নিম্নে অঙ্কিত প্রতিকৃতিতে (ক) একটি পিত্তল নির্মিত ফাঁপা স্থাপিত। গোলক পিত্তল নির্মিত চোঙ্গে আবদ্ধ এবং কাচ নির্মিত আধারের উপর (ক) তাড়িত যুক্ত হইলে কাচ নির্মিত অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত বলিয়া উহাতে তাড়িত অবরুদ্ধ হইয়া থাকে।

(খ) ও (গ) অপর দুইটি পিত্তলের চোঙ্গ—উভয়ের গঠন ও আয়তন একই প্রকার এবং উভয়েই এক একটি কাচ-নির্মিত অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত। এই দুইটি চোঙ্গকে মুখে মুখে যুড়িয়া একটি চোঙ্গে পরিণত করা বাইতে পারে, এবং ইচ্ছা করিলেই উহাদিগকে পুনরায় পৃথক্ করা যায়।

এক্ষণে (ক) কে তাড়িত-যন্ত্র সংস্পর্শে সংযোগ-তাড়িত যুক্ত করিয়া (খ) ও (গ) চোঙ্গ দুইটিকে একত্রিত করতঃ উহার নিকট স্থাপন করিলে (খ) ও (গ)



১৩ চিত্র।

চোঙ্গের তাড়িত-শক্তি বিল্লিষ্ট হইয়া উহাতে সংযোগ ও বিরোগ দ্বিবিধ প্রাকৃতিক তাড়িত উৎপন্ন হইবে। আমরা পূর্বে দেখাইয়াছি যে সংযোগ-তাড়িত বিরোগ-তাড়িতকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তাড়িতকে বিপ্রকর্ষণ করে, সুতরাং এস্থলে সংযোগ-তাড়িত যুক্ত (ক)র নিকটবর্তী (খ) চোঙ্গে বিরোগ তাড়িত আকৃষ্ট হইয়া অবস্থিতি করিবে এবং সংযোগ-তাড়িত বিপ্রকৃষ্ট হইয়া (গ) চোঙ্গে সঞ্চিত হইবে।\*

\* সংযোগ তাড়িত (+) যোগ এবং বিরোগ তাড়িত (—) বিরোগ চিহ্নের দ্বারা বিদ্বিষ্ট হইয়া থাকে।

এক্ষণে যদি আমরা প্রথমতঃ (গ) কে (খ) হইতে পৃথক্ করিয়া লই এবং পরে (ক) কে তাড়িত যন্ত্র হইতে বিযুক্ত করি, তাহা হইলে আমরা তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র সাহায্যে দেখিব যে (খ) শুদ্ধ বিয়োগ এবং (গ) শুদ্ধ সংযোগ তাড়িত যুক্ত হইয়া থাকে ; কিন্তু (ক) পূর্বে যেরূপ সংযোগ তাড়িতযুক্ত ছিল সেইরূপই থাকে, উহার মধ্যে কোন পরিবর্তন সংঘটিত হয় না ; এবং যতবার ইচ্ছা ততবার আমরা (ক) হইতে অপর পরিচালক পদার্থে এইরূপে স্পর্শ ব্যতীত তাড়িত উৎপাদন করিতে পারি।

উপরে যাহা কথিত হইল তাহা দ্বারা আমরা জানিতে পারিলাম যে তাড়িত যুক্ত পদার্থ স্পর্শ ব্যতীত নিকটস্থ অপর পরিচালক পদার্থের তাড়িত-শক্তিকে বিস্প্রিষ্ট করিয়া সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িত উৎপাদন করে। এই ক্রিয়াকে তাড়িত-প্রবর্তন ( Induction ) কহে এবং এই প্রকারে তাড়িত উৎপাদিত হইলে উহাকে প্রবর্তিত তাড়িত ( Electricity by Induction ) বলে।

তাড়িত-যুক্ত পদার্থ স্পর্শ দ্বারা অপর পরিচালক পদার্থে যে তাড়িত সংক্রমণ করে তাহাকে পরিচালিত-তাড়িত ( Electricity by Conduction ) কহে এবং উক্ত ক্রিয়াকে তাড়িত-পরিচালন ( Conduction ) কহে।

তাড়িত-পরিচালন ও তাড়িত-প্রবর্তন—এই দুই ক্রিয়ার মধ্যে প্রভেদ এই যে—

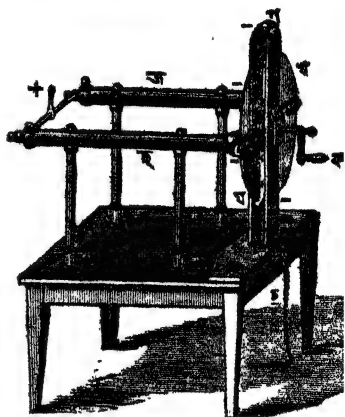
১ম। তাড়িত পরিচালনে তাড়িতযুক্ত পদার্থ হইতে কিয়ৎ পরিমাণে তাড়িত নির্গত হইয়া স্পৃষ্ট পদার্থে সংক্রামিত হয়, কিন্তু তাড়িত-প্রবর্তনে তাড়িতযুক্ত পদার্থে তাড়িতের পরিমাণ অক্ষুণ্ণ ভাবে থাকে।

২য়। তাড়িতযুক্ত পদার্থ পরিচালন ক্রিয়া দ্বারা স্পৃষ্ট পদার্থে সমধর্মাবলম্বী তাড়িত উৎপাদন করে, অর্থাৎ সংযোগ-তাড়িতযুক্ত পদার্থ সংযোগ এবং বিয়োগ তাড়িতযুক্ত পদার্থ স্পৃষ্ট পদার্থকে বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত করে ; কিন্তু প্রবর্তন ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ পদার্থে বিপরীত তাড়িত সংক্রামিত হইয়া থাকে।

৩য়। পরিচালন ক্রিয়া দ্বারা কোন পদার্থকে তাড়িতযুক্ত করিতে হইলে উহাকে কাচের আধারে স্থাপন করিতে হয় কিন্তু প্রবর্তন ক্রিয়া দ্বারা পদার্থকে তাড়িতযুক্ত করিতে হইলে উহাকে ভূমির সহিত অন্ততঃ স্বল্পকালের জন্যও সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয়।

**তাড়িত-যন্ত্র (Electrical machine)**—কাচ বা লাক্ষা দণ্ড, রেশমী বস্ত্র বা ক্যুনেলের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত কহে ইহা পূর্বে উক্ত হইয়াছে। এইরূপ ঘর্ষণে আমরা যে অতি সামান্য পরিমাণ তাড়িত উৎপাদন করিতে সক্ষম হই তাহা দ্বারা কেবল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড বা কাগজ প্রভৃতি লঘু পদার্থের আকর্ষণ ব্যতীত তাড়িতের অসামান্য ক্রিয়া সম্পাদিত হইতে পারে না। ঘর্ষণ দ্বারা অধিক পরিমাণে তাড়িত উৎপাদন করিবার জন্য তাড়িত-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

পার্শ্বস্থ চিত্রে একটা তাড়িত-যন্ত্র প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহার মধ্যে (ক) একটা হাতল এবং (খ) একখানি কাচের চাকা; এই হাতলের দ্বারা চাকা খানি ঘুরাইতে পারা যায়। ঘুরিবার সময় উপরে ও নীচে স্থাপিত দুই খণ্ড চর্মের সহিত (গ ও ঘ) ঘর্ষিত হইয়া উক্ত চাকা মধ্যে সংযোগ-তাড়িত উৎপাদিত হয় এবং চর্ম খণ্ডে বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চিত হয়। এক্ষণে চর্মখণ্ড ধাতু নির্মিত শিকল (চ) দ্বারা ভূমির সহিত সংযুক্ত করিলে বিয়োগ-তাড়িত উৎপন্ন হইবামাত্র ভূমি মধ্যে



১৪শ চিত্র ।

অপস্থিত হয়, কেবল কাচের চাকাতে সংযোগ-তাড়িতের পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইতে থাকে। ইহা তাড়িত-প্রবর্তন ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ দুই বাহুবিশিষ্ট পিস্তল দণ্ডের (ছ ও জ) নিজস্ব তাড়িত শক্তিকে বিলিষ্ট করিয়া তন্মধ্যে সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িত উৎপাদন করে। ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে এক প্রকৃতির তাড়িত ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িতকে আকর্ষণ করে, একজন্ম পিস্তলদণ্ডের যে দিক কাচের চাকার নিকটে অবস্থিত, তাহা বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত এবং ইহার বিপরীতদিক সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হয়। কাচের চাকাটা যতই অধিক ঘুরান যায় ততই উহার মধ্যে সংযোগ-তাড়িত অধিক পরিমাণে উৎপাদিত হয় এবং এইরূপে কাচের চাকার মধ্যে যত অধিক সংযোগ-তাড়িত সঞ্চিত হয় ততই

## তাড়িত

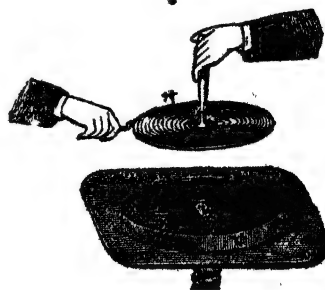
পিত্তলের দণ্ড নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি ক্রমাগত বিল্লিষ্ট হইয়া উহার দূরবর্তী ভাগে সংযোগ-তাড়িত অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হইতে থাকে। এক্ষেত্রে কোন ধাতু নিষ্ক্রিয় পদার্থ হস্ত দ্বারা ধারণ করিয়া উক্ত পিত্তলের দণ্ডের নিকট লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে তাড়িত-ক্ষুল্লিক (Spark) নির্গত হইতে দেখা যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে চিড়্ চিড়্ শব্দ ও শরীরের মধ্যে এক প্রকার কম্পন (Shock) অনুভূত হয়।

তাড়িত-যন্ত্র নানা গঠনের হইয়া থাকে কিন্তু উহাদিগের সকলেরই কার্য একরূপ; এ স্থলে যে যন্ত্রের উল্লেখ করা গেল তাহা র্যামস্‌ডেনের (Ramsden) তাড়িত-যন্ত্র নামে অভিহিত।

—তাড়িত-প্রবর্তক যন্ত্র (Induction Instrument)—তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাকে তাড়িত-প্রবর্তক যন্ত্র কহে। এই সকল যন্ত্রে ঘর্ষণ দ্বারা অতি সামান্য মাত্র তাড়িত উৎপন্ন হইয়া প্রবর্তন-ক্রিয়া (Induction) দ্বারা উহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং যন্ত্র মধ্যে পূর্ববৎ সঞ্চিত হইতে থাকে। ইহার র্যামস্‌ডেনের যন্ত্র অপেক্ষা সর্বাংশে শ্রেষ্ঠ, তজ্জন্তু অধুনা বহুল পরিমাণে প্রচলিত।

তাড়িত-প্রবর্তক যন্ত্র সমূহের মধ্যে ইলেক্ট্রোফোরাস্ (Electrophorous) যন্ত্র বহু দিবস হইতে ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে। এই যন্ত্রের গঠন-প্রণালী অতি সরল। নিম্নে এই যন্ত্রের একটা চিত্র প্রদর্শিত হইল (১৫শ চিত্র)।

যন্ত্রটি দুই অংশে বিভক্ত; এক অংশ এক খানি লাক্কার থালা (ক)—লাক্কাকে গলাইয়া টিনের ছাঁচে (খ) ঢালিয়া গোল থালার আকারে জমান—এবং অপরাংশ কাচের বাঁটযুক্ত রেকাবের স্থায় একটা ধাতব আচ্ছাদন (গ)। লাক্কার থালা খানি বিভালের চর্ম বা ফ্ল্যামেল্ দ্বারা উত্তমরূপে ঘর্ষণ করিলে উহাতে বিয়োগ-তাড়িত উৎপন্ন হয়। পরে ধাতব আচ্ছাদনটী ঐ থালার উপর স্থাপন করিলে প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা আচ্ছাদন নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি



১৫শ চিত্র।



বিল্লিষ্ট হইয়া উহার তলদেশে সংযোগ-তড়িত ও উপরিভাগে বিরোগ-তড়িত সঞ্চিত হয় । এক্ষণে ঐ আচ্ছাদনের উপরিভাগ হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিলে বিরোগ-তড়িত শরীরের মধ্য দিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইবে, কেবল মাত্র সংযোগ-তড়িত আচ্ছাদনের তলদেশে সঞ্চিত থাকিবে । অতঃপর এক হস্তে কাচের হাতল ধরিয়৷ উক্ত আচ্ছাদনটী উত্তোলন করতঃ উহার সন্ধিকটে অপর হস্ত লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে একটী ক্ষুদ্র তড়িত-ক্ষুলিঙ্গ সশব্দে নির্গত হইতে দেখা যায় ।

ইহার কারণ এই যে উক্ত আচ্ছাদনহিত সংযোগ-তড়িত শরীরস্থ নিষ্ক্রিয় তড়িত-শক্তিকে বিল্লিষ্ট করিয়া বিরোগ-তড়িতকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তড়িতকে বিপ্রকৃষ্ট করিয়া শরীর মধ্য দিয়া ভূমিতে অপসারিত করে । পাত্র ও শরীরস্থিত দুইটী বিভিন্ন প্রকৃতির তড়িতের পরস্পর আকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল হইলে মধ্যবর্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া উহারা এত বেগে মিলিত হয় যে একটী ক্ষুদ্র তড়িত-ক্ষুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়, এবং তৎকালে হস্তে স্ফটিকাবিক্রমৎ বেগনা অনুভূত হয় ।

স্বাক্ষর খালাখানি একবার বিভালের চর্চ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পর কিয়ৎক্ষণ পর্যন্ত উহা বিরোগ-তড়িতবৃত্ত থাকে । এক্ষণে উহার উপর উক্ত আচ্ছাদনটী পুনঃ পুনঃ স্থাপন করিয়া পূর্বোক্ত প্রণালী অনুসারে তড়িত-ক্ষুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে পারা যায় ।

তড়িত-প্রবর্তক যন্ত্র বিবিধ গঠনের হইয়া থাকে, তন্মধ্যে উইম্‌স্‌হাউস্ট (Wimsburet) এবং ভল্‌স (Voss) নির্মিত যন্ত্রই প্রধান এবং সচরাচর ব্যবহৃত হয় । উভয়বিধ যন্ত্রেই দুইখানি কাচের চাকা থাকে ; একখানি চাকা হাতলের দ্বারা ঘুরান যায়, অপর খানি উহার পশ্চাদ্ভাগে কাঠাধারের উপর দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে । চাকা ঘুরাইলে প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা যন্ত্র মধ্যে তড়িত উৎপন্ন হইয়া ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং সম্মুখে অবস্থিত দুইটী পিত্তলের দণ্ডে দুই প্রকৃতির তড়িত সঞ্চিত হইতে থাকে । এই দণ্ড দ্বয় হইতে আমরা অপর যে কোন পরিচালক পদার্থে যদৃচ্ছা তড়িত সংক্রমণ করিতে পারি । দণ্ডদ্বয়ে সঞ্চিত তড়িতের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইলে পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ-শক্তি এত প্রবল হয় যে মধ্যবর্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া উভয়ে সশব্দে মিলিত হয় এবং উজ্জ্বল তড়িত-ক্ষুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া থাকে ।

### স্বর্ণ-পত্র-তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র (Gold leaf Electroscope)

—ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে কোন পদার্থে তাড়িত উৎপন্ন হইয়াছে কি না জানিবার জন্য তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্বে যে ইলেকট্রিক পেন্ডুলুমের (Electric pendulum) বিষয় বর্ণিত হইয়াছে তাহা সহজ উপায়ে নির্মিত এক প্রকার তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র। এতদ্ভিন্ন আর এক প্রকারের যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, উহা স্বর্ণ-পত্র-তাড়িত-নির্দেশক যন্ত্র নামে অভিহিত। পার্শ্বে এই যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল (১৬শ চিত্র)। ইহার গঠন-প্রণালী এইরূপ—বোতলের গঠনে হই মুখ ধোলা একটা কাচপাত্রের আরত মুখটা কাঁচের আধারের উপর স্থাপিত এবং উহার সরু মুখটা ছিপি দ্বারা আবদ্ধ, ঐ ছিপির মধ্যস্থলে একটা ছিদ্র থাকে এবং তন্মধ্য দিয়া একটা পিত্তলের দণ্ড পাত্রের অভ্যন্তরে ক্রিয়-ক্ষুর পর্য্যন্ত প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডের নিম্নমুখে দুইখানি



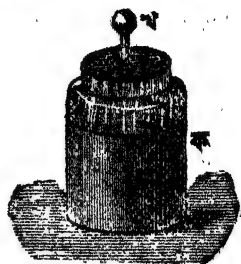
১৬শ চিত্র ।

পাতলা সোণার পাত এবং উহার উর্দ্ধমুখে একটা ধাতু নির্মিত গোলক বা পাত সংযুক্ত থাকে। পাত্রের অভ্যন্তরে স্বর্ণপত্রের দুই পার্শ্বে দুইটি ধাতব দণ্ডের উপর অপর দুইখানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রাঙ (Tin foil) বা স্বর্ণের পাত (ক ও খ) সংলগ্ন থাকে। ইহারা প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা উক্ত স্বর্ণপত্র দ্বয়ের তাড়িত-নির্দেশ কার্যের বিশেষ সহায়তা করে। কোন তাড়িতযুক্ত পদার্থ এই যন্ত্রের উপরিস্থিত গোলক বা পাতের সন্নিহিতে আনয়ন করিলে পিত্তলের দণ্ড ও তৎসংলগ্ন স্বর্ণপত্রদ্বয়ের নিজস্ব তাড়িত-শক্তি বিস্রিষ্ট হইয়া দণ্ডটীর উভয় প্রান্তে বিপরীত প্রকৃতির অকৃতিত সঞ্চিত হয় সুতরাং একই প্রকার তাড়িতযুক্ত হয় বলিয়া স্বর্ণপত্রদ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক হইয়া পড়ে। পদার্থ তাড়িতযুক্ত না হইলে উক্ত স্বর্ণপত্রদ্বয় পূর্বে যে রূপে একত্রে ছিল সেইরূপই থাকিত। এতদ্ভিন্ন এই যন্ত্র দ্বারা তাড়িতযুক্ত পদার্থে কোন প্রকৃতির তাড়িত বিদ্যমান আছে তাহাও নির্ণয় করিতে পারা যায়।

### তাড়িত-সংহতি যন্ত্র বা লীডেনজার (Leyden jar)—কতক-

গুলি যন্ত্রে প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা সমধিক পরিমাণে তাড়িত সঞ্চয় করিয়া রাখিতে

পারা যায় ; এইরূপ যন্ত্রকে তাড়িত-সংহতি যন্ত্র কহে । লীডেনজার নামক যন্ত্র ( ১৭শ চিত্র ) ইহার আতি উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল । একটা আয়ত-মুখ কাচের বোতলের অভ্যন্তর ও বহিঃপ্রদেশের চতুর্থ পঞ্চ-মাংশ (ক) রাসের পাত দিয়া মুড়িতে হয় ; বোতলের মুখ ছিপি দ্বারা আবদ্ধ এবং একটা পিত্তলের দণ্ড ছিপির মধ্য দিয়া বোতলের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে । দণ্ডের উর্দ্ধমুখে একটা পিত্তলের গোলক বা পাত (খ) সংযুক্ত থাকে এবং একটা ধাতু নির্মিত শিকল বোতলের অভ্যন্তরে ঐ দণ্ডের নিম্নমুখে সংলগ্ন থাকিয়া তলদেশস্থিত রাসের পাতকে স্পর্শ করিয়া থাকে । এই বোতলটির বাহিঃস্থ রাসের আবরণ হস্তদ্বারা ধারণ করিয়া পিত্তলের গোলকটী দ্বারা তাড়িত-যন্ত্রের পরিচালক-দণ্ড স্পর্শ করিলে বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাসের পাতে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা সংযোগ-তাড়িত সংক্রামিত হয় এবং ইহা প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা বহিঃস্থ রাসের পাতের নিজস্ব তাড়িত-শক্তিকে বিস্ফোট করিয়া বিয়োগ-তাড়িতকে আকর্ষণ এবং সংযোগ-তাড়িতকে বিপ্রকর্ষণ করে ; এই সংযোগ-তাড়িত ধারকের হস্ত বাহিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইয়া যায় সুতরাং বহিঃস্থ রাসের পাতে কেবল বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চিত থাকে । ইহা তাড়িত-যন্ত্র হইতে আকর্ষণ শুণে বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাসের পাতে অধিকতর সংযোগ-তাড়িত টানিয়া লয় এবং এই অতিরিক্ত সংযোগ-তাড়িত পুনশ্চ পূর্বোক্ত প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা বাহিরের পাতে অধিকতর পরিমাণে বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চয় করে । এইরূপে বারম্বার প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাসের পাতে সংযোগ এবং বহির্দেশস্থ রাসের পাতে বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ উত্তরোত্তর বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় ।



১৭শ চিত্র ।

একরূপে কাচের হাতলযুক্ত একটা ধাতু নির্মিত বজ্র দণ্ডের এক মুখ বাহিরের পাতে সংলগ্ন করিয়া অপর মুখ যন্ত্রের উপরিস্থ গোলকের সন্নিকটে লইয়া গেলে, বাহিরের সঞ্চিত বিয়োগ ও ভিতরের সংযোগ তাড়িত এত প্রবলভাবে মিলিত হয় যে তৎকালে সশব্দে বৃহৎ তাড়িত-ক্ষুদ্র উৎপন্ন হইয়া থাকে ।

পূর্বোক্ত রূপে ধাতু নির্মিত দণ্ডের দ্বারা যন্ত্রের বাহিঃস্থ আবরণ ও উপরিস্থ গোলক সংযুক্ত না করিয়া এক হস্তে ঐ যন্ত্রটির বাহিরের পাত ধারণ পূর্বক

অপর হস্ত গোলকের নিকট লইয়া গেলে হস্ত ও গোলকের মধ্যে একটি তাড়িত-ক্ষুলিঙ্গ নির্গত এবং শরীরে কম্পন অনুভূত হয়। বহুসংখ্যক লোক বৃত্তাকারে পরস্পর হস্ত ধারণ করতঃ এক প্রান্তে অবস্থিত ব্যক্তি যদি লীডেন জারের বাহিরের পাত ধরিয়া থাকে এবং অপর প্রান্তস্থিত ব্যক্তি উহার উপরিস্থ গোলকের নিকট হাত লইয়া যায় তাহা হইলেও পূর্ববৎ তাড়িত-ক্ষুলিঙ্গ নির্গত হয় এবং সকলেই কম্পন অনুভব করে।

দুই বা ততোধিক লীডেন জার একত্রে রাখিয়া পিস্তলের শিকল দ্বারা বাহিরের ও ভিতরের রাসের পাতগুলি যথাক্রমে পরস্পর সংযুক্ত করিলে একটি লীডেন জারের ব্যাটারি প্রস্তুত হয়। ভিতরের আবরণগুলি একত্রে তাড়িত-বস্ত্রের পরিচালক-দণ্ডের সহিত সংযুক্ত করিয়া বাহিরের আবরণগুলি ভূমির সহিত শিকলের দ্বারা সংলগ্ন করিলে ব্যাটারির মধ্যে তাড়িত সঞ্চিত হয়।

এইরূপ একটি ব্যাটারি নিৰ্ম্মাণ করিয়া আমরা বহুল পরিমাণে তাড়িত সঞ্চয় করিতে পারি। কোন পরিচালক পদার্থ উপরোক্ত ব্যাটারির নিকট-বর্তী হইলে এরূপ একটি তেজস্কর তাড়িত-ক্ষুলিঙ্গ নির্গত হয় যে যদি এক খণ্ড পুরু কাচ উভয়ের মধ্যে স্থাপন করা যায় তাহা হইলে উক্ত ক্ষুলিঙ্গ কাচ ভেদ করিয়া একটি ছিদ্র উৎপাদন করে। এইরূপ একটি ব্যাটারি-সঞ্চিত তাড়িত অসাবধানতা বশতঃ মনুষ্য শরীরে প্রবিষ্ট হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়।

ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের ক্রিয়া—আকর্ষণ ও বিপ্রকর্ষণ ব্যতীত তাড়িতের অস্ত্রাস্ত্র ক্রিয়া নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল :—

১। তাড়িত শরীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয় এবং শরীর মধ্যে আমরা এক প্রকার যাতনা অনুভব করি; তাড়িত-সংহতি বস্ত্রের কার্য্য আলোচনার সময় ইহা প্রদর্শিত হইয়াছে। ঐ তাড়িত অত্যন্ত তেজস্কর হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়। ইংরাজিতে এই ক্রিয়াকে *Physiological action* কহে।

২। তাড়িত দ্বারা তাপ উৎপন্ন হয়। তাড়িত-ক্ষুলিঙ্গ নিহিত তাপ সংযোগে কোল্‌গ্যাস্‌, দীধর্ প্রভৃতি সহজ দাহ্য পদার্থ জলিয়া উঠে।

৩। তাড়িত দ্বারা আলোক উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎ প্রকাশে যে তীব্র দৃষ্টি-সুস্থাপক আলোক উৎপন্ন হয় তাহা তাড়িতের আলোকোৎপাদিকা ক্রিয়ার উত্তম দৃষ্টান্তস্বল।

৪। তাড়িতের বিদ্যারিকা-শক্তি অত্যন্ত প্রবল। বজ্রাঘাতে বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি বিদীর্ণ হইয়া থাকে ইহা সকলেই অবগত আছেন।

৬। তাড়িত দ্বারা রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ সংঘটিত হইয়া থাকে। দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেন বাষ্প একমুখবদ্ধ একটি পিত্তলনির্মিত পাত্রে প্রবেশ করাইয়া অপর মুখ ছিপি দ্বারা বদ্ধ করতঃ উক্ত মিশ্র বাষ্প মধ্যে একটি তাড়িত ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে সশব্দে বাষ্পদ্বয় মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে।

**তাড়িতের উৎপত্তি**—ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে ঘর্ষণ ও রাসায়নিক ক্রিয়া তাড়িতোৎপত্তির দুইটা প্রধান কারণ। নিম্নলিখিত অধিকারকর্তা কারণেও তাড়িত উৎপন্ন হইয়া থাকে, যথা—

১য়। স্রাব—কোন পদার্থ অপর পদার্থ দ্বারা প্রচণ্ডবেগে আঘাতিত হইলে উভয় পদার্থে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হয়।

২য়। কম্পন—কোন কারণে ধাতু নির্মিত পদার্থ মধ্যে কম্পন উপস্থিত হইলে পদার্থ নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি বিস্ফিট হইয়া সংযোগ ও বিরোধ-তাড়িত উৎপন্ন হয়।

৩য়। বিদ্যারণ—কোন পদার্থ বিদীর্ণ হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়। একখণ্ড অত্র-পাতের স্তরগুলি সহসা গৃথক করিলে স্তরগুলি তাড়িত-যুক্ত হয়।

৪র্থ। জমাট-বাঁধন—গন্ধক প্রভৃতি কঠকগুলি পদার্থ তরল হইতে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত অথবা দ্রুতীকাকারে পরিণত হইবার কালীন তাড়িতযুক্ত হয়।

৫ম। দাহন—অজার প্রভৃতি দাহ-পদার্থ দাহকালীন তাড়িত উৎপাদন করে।

৬ষ্ঠ। বাষ্পী-করণ—জল প্রভৃতি তরল পদার্থ বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় উভয়ের মধ্যে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত প্রকাশমান হয়। এই কারণে মেঘের মধ্যে তাড়িতের সঞ্চারণ হয় এবং অবস্থা বিশেষে উহা বিদ্যারণে প্রকাশ পায়।

৭ম। চাপ—অধিকাংশ পদার্থ পেষিত হইলে তাড়িত উৎপাদন করে।

১ম। জীব দেহ—টর্পিডো প্রভৃতি কতকগুলি জলচর প্রাণীর শরীর সর্বদা তাড়িতযুক্ত থাকে; উহাদিগকে স্পর্শ করিলে শরীর মধ্যে কম্পন অনুভূত হয়। এই প্রকার তাড়িতকে জান্তব তাড়িত কহে।

২ম। তাপ—পদার্থ বিশেষে তাপ সংযুক্ত হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়।

এতদ্ভিন্ন অপর দুই একটা কারণেও তাড়িত উৎপন্ন হইয়া থাকে।

**বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি**—প্রাকৃতিক জগতে বিদ্যুৎ তাড়িতের বিকাশ মাত্র। দুই বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতের মিলনে তাড়িত-ক্ষুণ্ণ উৎপন্ন এবং সঙ্গে সঙ্গে চিড়্ চিড়্ শব্দ শ্রুত হয় তাহা পূর্বে পরীক্ষা দ্বারা প্রদর্শিত হইয়াছে। বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি উক্ত তাড়িত-ক্ষুণ্ণ ও চিড়্ চিড়্ শব্দের বিরাট বিকাশ ভিন্ন আর কিছুই নহে।

উপরে উল্লেখ করা গিয়াছে যে জল বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় বাষ্প মধ্যে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া সঞ্চিত থাকে। উক্ত বাষ্প উর্দ্ধে উঠিত হইয়া মেঘে পরিণত হইলে তন্মধ্যেও উক্ত তাড়িত অবস্থিতি করে। মেঘস্থিত জলকণাসমূহ পরস্পর মিলিত হইয়া অপেক্ষাকৃত বৃহদাকার ধারণ করিলে তন্মধ্যে তাড়িতের পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইয়া থাকে। বিপরীত তাড়িত-যুক্ত দুইখণ্ড মেঘ নিকটস্থ হইলে পর যখন উভয় তাড়িতের আকর্ষণশক্তি অত্যন্ত প্রবল হয় তখনই উহার বৃহৎ তাড়িত-ক্ষুণ্ণ ও প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করিয়া সহসা মিলিত হয়; এই বৃহৎ তাড়িত-ক্ষুণ্ণ—বিদ্যুৎ, ও প্রচণ্ড শব্দ—বজ্রধ্বনি নামে পরিচিত।

সময়ে সময়ে মেঘে সঞ্চিত বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত পরস্পর মিলিত না হইয়া পৃথিবীস্থ তাড়িতের সহিত মিলিত হয়। অত্যধিক তাড়িতযুক্ত মেঘ পৃথিবীর সন্নিবিষ্ট হইলে প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা ভূভাগস্থ নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তিকে বিকশিত করতঃ বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতকে আকর্ষণ এবং সমপ্রকৃতির তাড়িতকে ভূ-গর্ভ মধ্যে অপসারিত করে; ক্রমে এই উভয়বিধ তাড়িতের আকর্ষণ-শক্তি অত্যন্ত প্রবল হইলে মধ্যবর্তী বায়ু প্রভৃতি অপরিচালক পদার্থ ভেদ করতঃ তীব্র আলোক ও ভয়ঙ্কর শব্দ উৎপাদন করিয়া উহার প্রচণ্ডবেগে মিলিত হয়, তৎকালে প্রাণী, বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি নিকৃষ্ট-পরিচালক পদার্থ মধ্যে ব্যবধান থাকিলে তৎসমুদয় বিদীর্ণ ও চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যায়—দাহ পদার্থ দগ্ধ এবং ধাতু নির্মিত

পদার্থ প্রবীর্ণিত হয় । এই ভয়াবহ নৈসর্গিক ঘটনাকে আমরা বজ্রপাত কহিয়া থাকি ।  
বাত্তবিক বজ্র কোন একটা জড়পদার্থ নহে, উহা তাড়িতের কার্য বিশেষ মাত্র ।

ছুই ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িতের এবস্থিধ প্রবল মিলনে অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রকাশে  
অত্যধিক তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে ; এই তাপ সংস্পর্শে তাড়িতযুক্ত মেঘ ও পৃথি-  
বীর মধ্যস্থিত বায়ুরাশি উত্তপ্ত হইয়া সহসা চতুর্দিকে অধিক পরিমাণে প্রসারিত  
হয়, এবং এইরূপে উহার ঘনত্বের হ্রাস হইলে চতুর্দিকস্থ শীতল বায়ুরাশি বেগে  
উক্ত স্থান অধিকার করে ; বায়ুরাশির পরস্পর প্রবল সংঘর্ষে যে প্রচণ্ড শব্দ  
উৎপন্ন হয় তাহাই বজ্রধ্বনির উৎপত্তির কারণ ।

**বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড ( Lightning Conductor )**—কোন  
তাড়িতযুক্ত পদার্থের নিকট সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট ( Pointed ) পরিচালক পদার্থ নীত  
হইলে তাড়িত-ক্ষুণ্ণ উৎপন্ন হইতে দেখা যায় না । ইহার কারণ এই যে  
কোন পরিচালক পদার্থ সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট হইলে উহার পরিচালকতা গুণ প্রবল  
পরিমাণে প্রকাশিত হয় সুতরাং উহা নিকটস্থ তাড়িতযুক্ত পদার্থ হইতে এত  
শীঘ্র তাড়িত আকর্ষণ করিয়া পরিচালন করে যে অপরিচালক বায়ু উভয়ের  
মধ্যে ব্যবধান থাকিলেও তাড়িত পরিচালনের কোনরূপ প্রতিবন্ধকতা সাধন  
করিতে পারে না, তজ্জন্ত উভয়ের মধ্যে তাড়িত-ক্ষুণ্ণও নির্গত হইতে দেখা  
যায় না । সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট পদার্থের এই ধর্ম লক্ষ্য করিয়াই বিদ্যুৎ-পরিচালক  
দণ্ডের সৃষ্টি হইয়াছে । এই দণ্ড সচরাচর তাম্র বা সোহ নির্মিত এবং চেপ্টা বা  
গোলাকার । ইহা বাটীর এক পাশে দেওয়ালে কোন অপরিচালক পদার্থ  
দ্বারা সংলগ্ন থাকে এবং বাটীর সর্বোচ্চ স্থান অপেক্ষাও কিয়দূর উর্দ্ধে বিস্তৃত  
এবং নিম্নদিকে কিয়দূর পর্যন্ত ভূমির মধ্যে প্রোথিত থাকে । দণ্ডের উর্দ্ধমুখ  
সূচ্যগ্র বলিয়া মেঘস্থ তাড়িতকে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা এত শীঘ্র নিম্নদিকে  
আকর্ষণ করে যে উহা অবাধে পৃথিবীস্থ বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতের সহিত  
মিলিত হয় সুতরাং বিদ্যুৎ ও বজ্রপাত হয় না । এইরূপে ইহা অট্টালিকা  
প্রভৃতিকে বজ্রাঘাত হইতে রক্ষা করে ।

সুপ্রসিদ্ধ বেনজামিন ফ্র্যাঙ্কলিন ( Benjamin Franklin ) প্রথমতঃ সূচ্যগ্র  
পদার্থের উপরোক্ত ধর্ম আবিষ্কার করেন । তিনি বজ্রাঘাতের সময় একখানি  
বুড়ি উড়াইয়া তৎসংলগ্ন আর্দ্রবস্ত্র দ্বারা তাড়িতযুক্ত মেঘ হইতে তাড়িত

পরিচালন করিয়া পৃথিবীতে আনয়ন করিয়াছিলেন এবং অপর পরিচালক পদার্থ উক্ত তাড়িতের সন্নিহিতে স্থাপন করিয়া তাড়িত-ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে সক্ষম হইয়াছিলেন। তাঁহার এই গবেষণার ফল স্বরূপ বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড আবিষ্কৃত হইয়া জগতের অশেষবিধ কল্যাণ সাধন করিতেছে।

## ২। রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত ।

( Voltaic or Galvanic Electricity )

১৭৮৬ খৃঃ অব্দে ফ্রান্সের অন্তঃপাতী বলোনা নগরে শারীরবিধান-শাস্ত্রের (Anatomy) অধ্যাপক গ্যালভানি (Galvani) সাহেব একটা মৃত ভেকের শরীর পরীক্ষার সময় দেখেন যে একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড লৌহ একত্র-সংলগ্ন হইয়া উহার শরীরের যে কোন অংশ স্পৃষ্ট হইলে মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয়। ইহাতে তিনি অস্বাভাবিক করেন যে জীবদেহ স্বতঃই তাড়িতযুক্ত থাকে, কিন্তু উক্ত তাড়িত এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সহজে পরিচালিত হইতে পারে না। পরস্পর সংলগ্ন দুই খণ্ড ধাতুর একটীর দ্বারা স্নায়ু ও অপরটীর দ্বারা পেশী স্পৃষ্ট হইলে তাড়িত উক্ত পরিচালকদ্বয়ের মধ্য দিয়া স্নায়ু হইতে পেশীতে সঞ্চালিত হয় এবং সেই জন্য মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয়। গ্যালভানির মতে ধাতুখণ্ডদ্বয় কেবল পরিচালকের কার্য্য করে মাত্র। পরে সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক ভল্টা (Volta) গ্যালভানির আবিষ্কার সবিশেষ তদন্ত করিয়া নির্ণয় করেন যে উপরোক্ত দুইখণ্ড ধাতুর পরস্পর স্পর্শনই মাংসপেশীর আক্ষেপের প্রধান কারণ। তিনি স্থির করেন যে বিভিন্ন দুই খণ্ড ধাতু একত্রিত হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়; তাড়িতযুক্ত দুই খণ্ড ধাতু দ্বারা শরীর স্পৃষ্ট হইলে উহাতে তাড়িত সংক্রামিত হয় এবং মাংসপেশীর আক্ষেপের দ্বারা তাহা প্রকাশ পায়। তিনিই প্রথমে নিরূপণ করেন যে ভিন্নধাত্বীকান্ত দুইটা পদার্থ একত্রিত হইলেই একটীতে সংযোগ ও অপরটীতে বিয়োগ তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

ভল্টা এই অস্বাভাবিক উপর নির্ভর করিয়া ১৮০০ খৃঃ অব্দে স্বনাম-ধাত্য “তাড়িত-স্তূপ” নির্মাণ করেন। ইহা অদ্যাবধি ভল্টেক পাইল (Voltaic pile) নামে প্রসিদ্ধ। একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড দস্তা একত্রিত করিলে সামান্য পরিমাণে তাড়িত উৎপন্ন হয়। এইরূপে একত্রিত দুইটা ধাতু কলকে একটা জোড় (Couple) কহে। ভল্টা এইরূপ অনেকগুলি জোড় উপর্য্যুপরি সাজিত



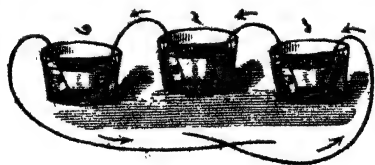
করিয়া একটি স্তূপ (Pile) নিৰ্মাণ করতঃ উহা হইতে প্রচুর পরিমাণে তাড়িত উৎপাদন করিয়াছিলেন। প্রতি জোড়ের মধ্যে তিনি এক এক খণ্ড বস্ত্র জলমিশ্রিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডে সিক্ত করিয়া স্থাপন করিতেন। জোড়গুলি উপরোক্ত প্রণালীতে পর্যায়ক্রমে সজ্জিত হইলে পর স্তূপের এক দিকে এক খণ্ড দস্তা ও অপর দিকে এক খণ্ড তাম্র ফলক থাকে। এক্ষণে উক্ত দস্তাফলকে একটি ও তাম্র ফলকে আর একটি রেশম-জড়িত তার সংলগ্ন করিয়া এই উভয় তার একত্রিত করিলে প্রথমোক্ত তার দিয়া বিয়োগ ও শেবোক্তটি দিয়া সংযোগ তাড়িত প্রবাহিত হইতে থাকে। ফলতঃ এই যন্ত্রে এত অধিক তাড়িত উৎপন্ন হয় যে, উহা দ্বারা তাড়িতের সকল ক্রিয়াই প্রদর্শিত হইতে পারে।

কিছুদিন পরে উলাস্টন্ (Wollaston), ডেভি (Davy) প্রভৃতি বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করেন যে ভন্টার “স্তূপে” যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহা দুই বিভিন্ন ধাতুর স্পর্শনে নহে। দুইটি জোড়ের মধ্যে বস্ত্রখণ্ডে যে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড থাকে তাহাই দস্তা ফলকের সহিত মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া উৎপাদন করে—এই রাসায়নিক ক্রিয়া হইতেই তাড়িত উৎপন্ন হয়। অধুনা বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইলেই তাড়িত উৎপন্ন হয়। যখনই একটি তরল পদার্থ ও একখণ্ড ধাতু পরস্পর পৃষ্ট হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় তখনই তরল পদার্থ সংযোগ ও ধাতু খণ্ড বিয়োগ তাড়িতযুক্ত হয়। একখানি দস্তা-ফলক জলমিশ্রিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় এবং উভয়ের মিলনে জিন্ক্ সল্ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ ও হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। ফলতঃ এই রাসায়নিক ক্রিয়ার সঙ্গে সঙ্গে তাড়িতও উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং দস্তা-ফলক বিয়োগ ও সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ সংযোগ তাড়িতযুক্ত হয়। এক্ষণে যদি আমরা একখানি তাম্র-ফলক উক্ত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত করি, তাহা হইলে দেখিব যে উহা সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হইয়াছে। অতঃপর একটি তার দ্বারা দস্তা ও তাম্র-ফলককে একত্রে যুক্ত করিলে দেখিতে পাই যে রাসায়নিক ক্রিয়া সমধিক প্রবল ভাবে সংসাধিত হইতে থাকে, কারণ হাইড্রোজেন্ বাষ্প তাম্র-ফলক হইতে বৃদ্ধাদাকারে উৎখিত হয়; এক্ষণে যোজক তারটি পরীক্ষা করিলে তন্মধ্যে

উত্তাপ, আলোক উৎপাদন প্রভৃতি তাড়িতের বিবিধ ক্রিয়া লক্ষিত হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত পূর্বোক্ত দুই খণ্ড ধাতুফলক দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া যুক্ত থাকে ততক্ষণ উক্ত ফলক দ্বয় হইতে ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হইয়া যোজক তার দ্বারা পরস্পর মিলিত হয়, এবং তৎক্ষণাৎ পুনরুৎপন্ন হইয়া পুনর্মিলিত হয়। এইরূপে উভয়বিধ তাড়িতের উৎপত্তি ও মিলন এত শীঘ্র ঘটিয়া থাকে যে জামরর উহাদিগের পৃথক্ অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারি না, সুতরাং তাহা একটা অবচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ (Continuous Current) সঞ্চালিত হয়। ইহাই নির্দেশ করা যায়। দ্রাবকের মধ্যে দস্তা হইতে তাম্র এবং দ্রাবকের বাহিরে তাম্র হইতে দস্তায় এই তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত হয়।

কুইটী বিভিন্ন ধাতু কোন দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া পরিচালক দ্বারা পরস্পর যুক্ত হইলে যদি দ্রাবকটি একটা ধাতুর উপর অপরটি অপেক্ষা অধিক-তর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে অথবা একটীর উপর আদৌ রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত না হয় তাহা হইলে একটা তাড়িত-প্রবাহ (Voltaic current) উৎপন্ন হয়। যখন আমরা জলমিশ্রিত সল্ফিউরিক স্যাসিডের মধ্যে তাম্র ও দস্তা ফলক একত্রে নিমজ্জিত করি তখনই দ্রাবক ও দস্তা পরস্পর মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে, কিন্তু তাম্র-ফলকের উপর দ্রাবকের কোন ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায় না। এইরূপে যে ধাতু ফলকের উপর অধিক পরিমাণে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় তাহাকে সংযোগ-ফলক (Positive plate) এবং বাহার উপর অল্প বা মোটেই ক্রিয়া উপস্থিত হয় না তাহাকে বিয়োগ-ফলক (Negative plate) কহে। এস্থলে দস্তা সংযোগ-ফলক এবং তাম্র বিয়োগ-ফলক। সংযোগ-ফলক হইতে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া দ্রাবকের মধ্য দিয়া বিয়োগ-ফলকে আগমন করে এবং বিয়োগ-ফলক হইতে দ্রাবকের বাহিরে যোজক তার দিয়া সংযোগ-ফলকে প্রত্যাবর্তন করে। দস্তা ও তাম্র এতদুভয় অথবা কোন একটীর পরিবর্তে অপর যে সকল পদার্থ তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়, তন্মধ্যে প্ল্যাটিনম্ ধাতু, গ্রাফাইট্ এবং গ্যাস্-কার্বন্ সর্ব প্রধান। আমরা সচরাচর তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত প্রোভের তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহার করিয়া থাকি, উহাতে দস্তা ও প্ল্যাটিনম্ যথাক্রমে সংযোগ ও বিয়োগ ফলক রূপে ব্যবহৃত হয়।

যে ভাঁর দ্বারা সংযোগ ও বিয়োগ ফলক যুক্ত হয়, তাহার মধ্যস্থল কাটিয়া দিলে অথবা প্রত্যেক ফলকটী পৃথক্ তারযুক্ত করিলে তাম্র অর্থাৎ বিয়োগ-ফলক সংলগ্ন তারে সংযোগ-তড়িত এবং দস্তা অর্থাৎ সংযোগ-ফলক সংলগ্ন তারে বিয়োগ-তড়িত অবস্থিতি করে। তাম্র-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে, তাহাকে সংযোগ-প্রান্ত ( Positive pole ) এবং দস্তা-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে তাহাকে বিয়োগ-প্রান্ত ( Negative pole ) কহে। জল বা অম্ল কোন রাসায়নিক যৌগিককে তড়িত সংযোগে বিশ্লিষ্ট করিতে হইলে পূর্বোক্ত দুইটী তারের অগ্রভাগে দুইখানি প্লাটিনম-ফলক সংলগ্ন করা হয় তখন ইহাদিগের মধ্যে একখানি ফলককে সংযোগ ও অপরটীকে বিয়োগ ইলেক্ট্রোড ( Electrode ) কহা যায়। এইরূপে কোন পাত্র মধ্যে দ্রাবণ নিমজ্জিত দুইটী বিভিন্ন ধাতু-ফলক পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত হইলে একটী ভল্টার কপল্, এলিমেন্ট্ বা সেল্ ( Couple, Element or Cell ) প্রস্তুত হয়। আমরা এইরূপ পাত্রকে তড়িত-কোষ বলিব। দুই বা ততোধিক তড়িত-কোষ পাশাপাশি সজ্জিত করিয়া একের বিয়োগ-ফলক অপরের সংযোগ-ফলকের সহিত সংযুক্ত করিলে একটী তড়িত-কোষাবলী ( Voltaic Battery ) প্রস্তুত হয়। নিম্নস্থ প্রতিকৃতি দৃষ্টে তড়িত-কোষাবলীর গঠন বোধগম্য হইবে। চিত্রে তিনটী মাত্র তড়িত-কোষ প্রদর্শিত হইয়াছে, প্রত্যেক কোষে ( ত ) চিল্লযুক্ত একখানি তাম্র-ফলক ও ( দ ) চিল্লযুক্ত একখানি দস্তা ফলক রক্ষিত হইয়াছে। ৩য় পাত্রেব দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ২য় পাত্রস্থ তাম্র-ফলকের সহিত সংযুক্ত; ঐরূপ



১২শ চিত্র ।

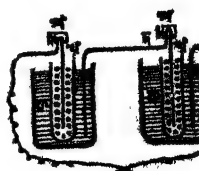
২য় পাত্রস্থ দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ১ম পাত্রস্থ তাম্র-ফলকের সহিত যুক্ত; ১ম পাত্রের দক্ষিণদিকের ( দ ) চিল্লযুক্ত দস্তা-ফলকখানি এবং ৩য় পাত্রস্থিত ( ত ) চিল্লযুক্ত তাম্র-ফলকখানি কাহারও সহিত যুক্ত নহে। এক্ষণে যদি আমরা ঐ সকল পাত্র জল-মিশ্রিত সলফিউরিক স্যলিড দ্বারা পূর্ণ করি এবং ৩য় পাত্রস্থ

বায়ু প্রোক্ত-স্থিত তাম্র-ফলকে ও ১ম পাত্রেই দক্ষিণ প্রোক্ত-স্থিত দস্তা-ফলকে এক এক খণ্ড স্বতন্ত্র রেশম-জড়িত তার সংলগ্ন করিয়া দিই এবং এই দুইটা তার একত্রে যুক্ত করি তাহা হইলে সংযোগ-তাড়িত-প্রবাহ ৩য় পাত্রের তাম্র-ফলক হইতে নির্গত হইয়া তীরাক-নির্দিষ্ট পথে তার বাহিয়া ১ম পাত্রের দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয়, পরে ড্রাবকের মধ্য দিয়া উক্ত পাত্রের তাম্র-ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে সংলগ্ন তার বাহিয়া ২য় পাত্রের দস্তা-ফলকে, পরে তাম্র-ফলকে এবং ইহা হইতে ঐরূপ প্রকারে ৩য় পাত্রের দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয় এবং অবশেষে ড্রাবকের ভিতর দিয়া তাম্র-ফলকে গমন করে এবং পূর্ববৎ তার বাহিয়া পুনরায় ১ম পাত্রের দস্তা-ফলকে উপনীত হয়। এইরূপে একটা তাড়িত-প্রবাহ ক্রমাগত চক্রাকারে তাড়িত-কোষাবলীকে আবর্তন করে।

ভন্টার সময়ে এইরূপ গঠনের তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহৃত হইত কিন্তু অধুনা ইহার প্রচলন নাই, এক্ষণে এই যন্ত্র নির্মাণ বিষয়ে যথেষ্ট উন্নতি সাধিত হইয়াছে। ভন্টার তাড়িত-কোষাবলীতে প্রথমে যে পরিমাণে তাড়িত উৎপন্ন হয় ক্রমশঃ তাহার তেজ কমিয়া আইসে; কিন্তু এক্ষণে যে সকল তাড়িত-কোষাবলী নির্মিত হইয়াছে তাহাতে তাড়িতের তেজ সর্বদা অক্ষুণ্ণ থাকে। এক্ষণে এই সকল যন্ত্র অক্ষর তাড়িত-কোষাবলী (Constant Battery) নামে অভিহিত।

এই শ্রেণীর যন্ত্রের মধ্যে গ্রোভ্ (Grove) ও বুনসেন্ (Bunsen) নির্মিত তাড়িত-কোষাবলী বিশেষ কার্যোপযোগী বলিয়া সর্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ভন্টার তাড়িত-কোষাবলীর স্থায় গ্রোভ্ ও বুনসেনের যন্ত্রে একটা কোষ মধ্যে দুইখানি ধাতু ফলক রক্ষিত হয় না। দুইখানি ধাতু ফলকের নিমিত্ত দুইটা ভিন্ন পাত্র ব্যবহৃত হয়; এই পাত্রদ্বয়ের মধ্যে একটা আয়তনে বড় (২০শ চিহ্ন, ক) এবং অপরটা তদপেক্ষা ছোট (খ); বড় পাত্রটা কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্মিত, উহার অভ্যন্তরে যুক্তিকা নির্মিত সহজ্র ছোট পাত্রটি স্থাপিত। বহিঃস্থ পাত্র মধ্যে পারদাৱুত একখানি দস্তা-ফলক (দ) ও অভ্যন্তরস্থ পাত্রে একখানি প্ল্যাটিনাম-ফলক (প) রক্ষিত



২০শ চিহ্ন।

হয়। বহিঃস্থ পাত্র জলমিশ্রিত সল্ফিউরিক স্যাসিড্ ও অভ্যন্তরস্থ পাত্র উগ্র নাইট্রিক স্যাসিড্ দ্বারা পূর্ণ করতঃ ধাতু-ফলক দ্বয় তার দ্বারা সংযুক্ত হইলে গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর একটা কোষ প্রস্তুত হয়।

এক্ষণে এই কোষের মধ্যে কিরূপে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয় তাহা বর্ণিত হইতেছে। দস্তা-ফলকের সহিত সল্ফিউরিক স্যাসিড্ একত্রিত হইবামাত্র রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়, কিন্তু উহা বুধ দাকারে বায়ু মধ্যে নির্গত না হইয়া অভ্যন্তরস্থ সছিদ্র (Porous) মৃণ্ময়পাত্রে প্রবিষ্ট হয় এবং তন্মধ্যস্থ নাইট্রিক স্যাসিড্কে বিস্ফিষ্ট করিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়; নাইট্রিক স্যাসিড্ হইতে রক্তবর্ণ ধূম (Nitrous fumes) নির্গত হয়। ভন্টার তাড়িত-কোষে এইরূপে যে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয় তাহাই তাম্র-ফলকের উপর বুধ দাকারে সঞ্চিত হয় বলিয়া উৎপন্ন তাড়িতের তেজ ক্রমশঃ মন্দীভূত হইয়া আইসে; কিন্তু গ্রোভের তাড়িত-কোষে পূৰ্বোক্ত কারণে হাইড্রোজেন্ বাষ্প প্ল্যাটিনম্ ফলকের উপর সঞ্চিত হইতে পায় না, সুতরাং তাড়িত-কোষাবলীর মধ্যে তাড়িতের তেজ সৰ্বদা সমভাবে থাকে।

এইরূপে উল্লিখিত হই, তিন বা ততোধিক তাড়িত-কোষ পাশাপাশি একত্র সাজাইয়া একটা গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলী প্রস্তুত হয়। প্রত্যেক কোষের প্ল্যাটিনম্ ফলক অপরটার দস্তা-ফলকের সহিত তার বা স্কুপের দ্বারা সংযুক্ত করা হয়; তাড়িত-কোষাবলীর এক প্রান্তে একখানি দস্তা-ফলক ও অপর প্রান্তে একখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক পৃথক্ অর্থাৎ অসংযুক্ত থাকে; এক্ষণে হুইট্টা তার এই দুইখানি ফলকে সংলগ্ন করিয়া একত্রে যুক্ত করিলেই তাড়িত-কোষাবলী মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই তাড়িত-কোষাবলীর দস্তার দিক্ বিয়োগ এবং প্ল্যাটিনমের দিক্ সংযোগ প্রাপ্ত; প্রথমতঃ দস্তা-ফলক হইতে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া দ্রাবক মধ্য দিয়া প্ল্যাটিনম্ ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে পরবর্তী দস্তা-ফলকে ও তৎপরে প্ল্যাটিনম্-ফলকে এই নিয়মানুসারে যত্র যথো আবর্তন করে।

গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীতে যে দস্তা-ফলক ব্যবহৃত হয় উহা পারদ দ্বারা আবৃত। দস্তা-ফলকের উপর পারদ মাখাইলে উভয় ধাতুর মিশ্রণে একটা পারদ-মিশ্রণ (Amalgam) প্রস্তুত হয়। গচরাচর দস্তার সহিত লৌহ প্রভৃতি

অস্বাভাবিক কয়েকটা ধাতু কিয়ৎপরিমাণে মিশ্রিত থাকে, এজন্য এই ধাতু সল্ফিউরিক্‌ গ্যাসিড্‌ মধ্যে নিমজ্জিত রাখিলে উহার সহিত মিশ্রিত অপরাপর ধাতুদিগের সহিত সল্ফিউরিক্‌ গ্যাসিডের রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া দস্তা-ফলকে বহুসংখ্যক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এ কারণ তাড়িত-কোষাবলী হইতে উৎপন্ন সাধারণ তাড়িত-প্রবাহের তেজ শীঘ্র মন্দীভূত হইয়া পড়ে । কিন্তু দস্তা-ফলকে পারদ মাখাইয়া পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত করিলে এই দোষ ঘুটে না । বিশেষতঃ যখন তাড়িত-কোষাবলীর কার্য স্থগিত থাকে, তখন পারদ-মিশ্রিত দস্তা-ফলক সল্ফিউরিক্‌ গ্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত থাকিলেও উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় না সুতরাং উহা ক্ষয় হইয়া যায় না । কিন্তু এক্রূপ অবস্থায় পারদ না মাখাইয়া দস্তা-ফলক সল্ফিউরিক্‌ গ্যাসিডের সহিত একত্রিত রাখিলে উহা শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া নষ্ট হইয়া যায় ।

প্ল্যাটিনম্‌ ধাতুর উপর নাইট্রিক্‌ গ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই, সুতরাং যত কালই তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহৃত হউক না কেন, প্ল্যাটিনম্‌-ফলক গুলি অক্ষুণ্ণ থাকে, উহাদিগকে পরিবর্তন করিবার কোন প্রয়োজন হয় না ।

গ্রোভ্‌ ব্যতীত বুনসেন্‌, ড্যানিয়েল্‌ এবং লেকল্যান্সের তাড়িত-কোষাবলী তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে । বুনসেনের নির্মাণ প্রণালী অবিকল গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর ন্যায় কেবল প্ল্যাটিনম্‌-ফলকের পরিবর্তে এক খণ্ড গ্যাস্‌কার্বন ব্যবহৃত হয় । ড্যানিয়েলের তাড়িত-কোষের একটা পাत्रে পূর্ববৎ দস্তা ও সল্ফিউরিক্‌ গ্যাসিড্‌ থাকে কিন্তু প্ল্যাটিনম্‌-ফলক ও নাইট্রিক্‌ গ্যাসিডের পরিবর্তে তাম্র-ফলক এবং তুঁতের দ্রাবণ (Solution of Sulphate of Copper) অপর পাत्रে রক্ষিত হয় ।

লেকল্যান্সের তাড়িত-কোষাবলীর নির্মাণ প্রণালী পরে বর্ণিত হইবে ।

রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িতের ক্রিয়া—পূর্বে উক্ত হই-  
রাছে যে তাড়িত দ্বারা উত্তাপ ও আলোক উৎপাদন এবং রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পাদিত হয় । এক্ষণে পরীক্ষা দ্বারা এই সকল বিষয় কি পরিমাণে সংসাধিত হয় তাহা দেখা যাউক ।

১ম । তাপোৎপাদন—

৩য় পরীক্ষা—ছয়টা কোষ-বিশিষ্ট গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্ত একটী বৃক্ষ

প্ল্যাটিনম তার দ্বারা বৃত্ত কর—তারটি অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠিবে। ইহার কারণ এই যে পরিচালক স্পন্দায়তন বিশিষ্ট হইলে তাড়িত-প্রবাহ সহজে উহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে পারে না, প্রবল বাধা (Resistance) প্রাপ্ত হয়। তাড়িত বাধা প্রাপ্ত হইলে তাপ উৎপাদন করে—বত বেশী বাধা প্রাপ্ত হয় ততই অধিকতর তাপ সমুদ্ভূত হয়। প্ল্যাটিনম খাত্তু যদিও উত্তম তাড়িত-পরিচালক, তথাপি এহলে তারের স্পন্দায়তন হেতু তাড়িত প্রবাহে সমধিক বাধা প্রদান করে সুতরাং অতি অল্প কালের মধ্যেই উহা উত্তপ্ত হইয়া উঠে এবং ক্রমশঃ তাপ এত বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় যে তারটি শীঘ্র লোহিত বর্ণ ধারণ করে; তার অভ্যন্তর স্পন্দ হইলে প্রব হইয়া ছিন্ন হয়। পরিচালক বত বৃহদায়তনের হয় তাড়িত তত সহজে উহার মধ্য দিয়া গমন করে।

২য়। আলোকোৎপাদন—পূর্বোক্ত তাড়িত-কোষাবলীর প্রান্তদ্বয়ের সহিত সোয়ান্ ল্যাম্পের (Swan Lamp) মধ্যে যে অঙ্গার শলাকা বা প্ল্যাটিনম তার থাকে তাহার বহিঃস্থ দুইটি মুখ দুইটি তার দিয়া যোগ করিলে আলোক উৎপন্ন হয়। সোয়ান্ ল্যাম্পের অভ্যন্তর বায়ু-শূন্য, কেবল একটা সরু অঙ্গার-শলাকা বা প্ল্যাটিনমের তার ভিতরে ধূর ন্যায় বক্রাকারে অবস্থিত। ইহাদের মধ্যে যে সকল ল্যাম্পে অঙ্গার শলাকা ব্যবহৃত হয় সেই সেই স্থলে শলাকার দুই মুখে দুইটি প্ল্যাটিনম তার সংলগ্ন থাকে এবং উক্ত তার দ্বয় ল্যাম্পের কাঁচ ভেদ করিয়া বাহিরে অবস্থিতি করে। এক্ষণে তারের দ্বারা এই দুইটি মুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুইটি প্রান্তের সহিত সংযুক্ত করা হইলে ল্যাম্পের অভ্যন্তরস্থ অঙ্গার বা প্ল্যাটিনম লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠে। অপেক্ষাকৃত বৃহদাকারের সোয়ান্ ল্যাম্প দ্বারা প্রশস্ত গৃহ, দালান বা প্রাঙ্গনস্থল আলোকিত করিতে পারা যায়। ল্যাম্পের ভিতরে বায়ু থাকে না বলিয়া অঙ্গার শলাকা দগ্ধ হয় না। ফলতঃ তাড়িতের তেজ সমধিক প্রবল না হইলে একটা সোয়ান্ ল্যাম্প বহু দিন পর্যন্ত ব্যবহৃত হইতে পারে।

রাজপথ বা বহুবিস্তৃত স্থান সকল আলোকিত করিবার জন্য আর্ক ল্যাম্প (Arc Lamp) নামক অপর এক প্রকার তাড়িতালোক ব্যবহৃত হয়। এই সকল ল্যাম্পের অভ্যন্তর বায়ু-শূন্য নহে এবং প্রত্যেক ল্যাম্পের মধ্যে বৃহদায়তনের দুইটি অঙ্গার শলাকা থাকে; জলিবার সময় এই সকল শলাকা বায়ু সংযোগে দগ্ধ হইয়া অল্পে অল্পে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, একারণ মধ্যে মধ্যে ইহাদিগের পরিবর্তন আবশ্যিক। ইহাদিগের আলোক শুভ্রবর্ণ ও স্নাতিশয় প্রখর। কলিকাতা নগরীর মধ্যে

হারিশন্‌ রোড ও হাবড়া-সেতু রাস্ত্রে এইরূপ তাড়িতালোকে আলোকিত করা হয়। সোয়ান ল্যাম্পে একটি মাত্র অভয় অঙ্গার-শলাকা ব্যবহৃত হয়, আর্ক ল্যাম্পের মধ্যে দুই খণ্ড অঙ্গার-শলাকা তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত হয়—এই দুই শলাকার মধ্যে ব্যবধান অত্যন্ত মাত্র থাকে।

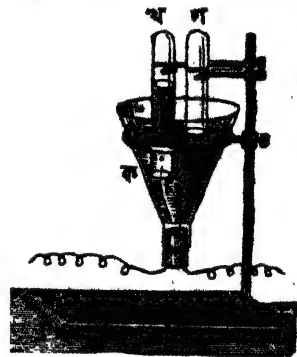
তাড়িত দ্বারা আলোকোৎপাদনের অপর একটি পরীক্ষা নিয়ে প্রদত্ত হইল।

৪র্থ পরীক্ষা—পূর্বোক্ত ছয়টি কোষ-যুক্ত প্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তে তার দ্বারা দুই খানি উখা (File) সংলগ্ন কর, পরে একখানি উখার অগ্রভাগ দ্বারা অপর উখার দাঁতগুলির উপর টান—অগ্নি-ফুলিয়া নির্গত হইবে।

### • ৩য়। যৌগিক পদার্থের বিশ্লেষণ (Electrolysis) —

একটি আয়ত পাত্রে (২১শ চিত্র, ক) জল\* রাখিয়া তন্মধ্যে দুইটি জলপূর্ণ কাচ নল (খ ও গ) নিম্ন মুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ প্রোভের তাড়িত-

কোষাবলীর দুই প্রান্ত সংলগ্ন দুই খানি ইলেক্ট্রোড (ঘ ও চ) উহাদিগের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দিলে তাড়িত সংযোগে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনে পৃথক হইয়া পড়ে। এস্থলে সংযোগ-প্রান্ত সংলগ্ন ইলেক্ট্রোড গ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়াছে তাহাতে অক্সিজেন—এবং বিয়োগ-প্রান্ত সংলগ্ন ইলেক্ট্রোড খ-নলে প্রবেশ করিয়াছে তাহাতে



২১শ চিত্র।

হাইড্রোজেন সঞ্চিত হয়। যদি দুইটি নলের আয়তন সমান হয়, তাহা হইলে দেখা যায় যে হাইড্রোজেনের দ্বারা একটি নল যতদূর পর্যন্ত পূর্ণ হয় ততদূর অক্সিজেন দ্বারা অপর নল অর্দ্ধ পূর্ণ হয় মাত্র। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন বাষ্প এক আয়তন অক্সিজেন বাষ্পের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত হয়। তাড়িত সংযোগে যৌগিকের এইরূপ রাসায়নিক বিশ্লেষণকে ইলেক্ট্রোলিসিস (Electrolysis) কহে। জল ব্যতীত অপরূপ যৌগিক সকলও তাড়িত দ্বারা সহজেই বিশ্লিষ্ট হয়। সোডিয়াম,

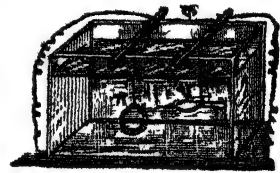
\* জলের সহিত স্বল্প পরিমাণে সলফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিলে তাড়িত-প্রবাহ সংযোগে বিশ্লেষণ ক্রিয়া ত্বরান্বিত হইয়া থাকে।



পোটাসিয়ম, ক্যালসিয়ম, ম্যাগনেসিয়ম প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর কোরাইডকে তাড়িত দ্বারা বিশ্লিষ্ট করিয়া বিশুদ্ধ ধাতু প্রস্তুত করা যায় ।

গিণ্টিকরণ ( Electro-gilding )—ইহাও তাড়িত সংযোগে রাসায়নিক বিশ্লেষণ-ক্রিয়ার অপরা একটা উদাহরণ । এই প্রণালীর দ্বারা তাম্র, পিত্তল প্রভৃতি ধাতু নির্দিষ্ট পদার্থে স্বর্ণ বা রৌপ্যের গিণ্টি করা যাইতে পারে । পূর্বে গিণ্টি করিতে হইলে স্বর্ণ বা রৌপ্যের সহিত পারদ মিশ্রিত করিয়া একটা পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত করা হইত । যে পদার্থ গিণ্টি করা হইবে তাহার উপর উক্ত পারদ-মিশ্রণ উত্তম রূপে লাগাইয়া অগ্নিতে পোড়ান হইত; উত্তাপ সংযোগে পারদ উড়িয়া বাহিত এবং পাত্রের উপরে স্বর্ণের বা রৌপ্যের আবরণ সংলগ্ন হইত । এই প্রণালী অতিশয় শ্রম ও ব্যয়-সাপেক্ষ । এক্ষণে ইহার পরিবর্তে স্বল্প ব্যয়ে ও সামান্য পরিশ্রমে তাড়িত দ্বারা নিম্নলিখিত প্রণালীতে গিণ্টি করা হয় ।

তাড়িত দ্বারা রূপার গিণ্টি করিতে হইলে সায়ানাইড অব্ সিলভার ( Cyanide of Silver ) এবং সোণার গিণ্টি করিতে হইলে সায়ানাইড অব্ গোল্ড ( Cyanide of Gold ) নামক লবণের দ্রাবণ ব্যবহৃত হয় । একটা কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্মিত পাত্রে ( ২২শ চিত্র, ক ) উক্ত দ্রাবণ রাখিয়া তিন বা চারিটা কোষ-যুক্ত গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর বিরোধ-প্রান্তের সহিত যে বস্তু গিণ্টি করিতে হইবে তাহাকে তার দ্বারা যুক্ত করিয়া তন্মধ্যে নিমজ্জিত করিতে হয়, এবং সংযোগ-প্রান্তে, রৌপ্যের গিণ্টি করিতে হইলে এক খণ্ড রৌপ্য ও স্বর্ণের গিণ্টি করিতে হইলে এক খণ্ড স্বর্ণ তার দ্বারা সংলগ্ন



২২শ চিত্র ।

করিয়া দ্রাবণ মধ্যে রক্ষিত হয় । এস্থলে একখানি পিত্তলের চামচ (খ) গিণ্টি করিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়াছে । এক্ষণে তাড়িত সংযোগে দ্রাবণটা বিশ্লিষ্ট হইলে উহা হইতে রৌপ্য বা স্বর্ণ পৃথক্ হইয়া উক্ত গিণ্টি করিবার দ্রব্যের উপর আবরণ রূপে পতিত হয় । এইরূপে দ্রাবণ মধ্যে স্বর্ণ বা রৌপ্যের পরিমাণ কমিয়া গেলে সংযোগ-প্রান্ত সংলগ্ন রৌপ্য বা স্বর্ণখণ্ড (গ) দ্বারা উহার কতি পূরণ হইয়া থাকে ।

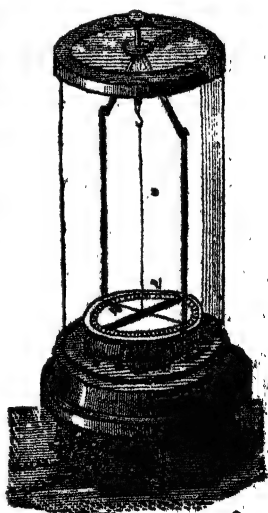
লৌহ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু এইরূপ প্রক্রিয়া দ্বারা সহজে গিণ্টি করা যায় না, এজন্য প্রথমতঃ উহাদিগের উপর তাম্রের আবরণ লাগাইয়া পরে

গিল্টি করিতে হয়। পূর্বোক্ত প্রণালীমতে তাড়িত সংযোগে সায়ানাইড অব কপারের (Cyanide of Copper) দ্রাবণ হইতে লৌহ নির্মিত দ্রব্যের উপর সহজেই তাম্রের আবরণ পাতিত করিতে পারা যায়।

**চুম্বক শলাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়া**—একটি চুম্বক-শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে অথবা কোন সূচ্যগ্র লৌহ দণ্ডের উপর স্থাপন করিলে উহার একটি মুখ উত্তর ও অপর মুখ দক্ষিণ দিকে ফিরিয়া থাকে। এক্ষণে যদি আমরা তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত একটি তার ঐ শলাকার সম্মুখে সমান্তরাল (Parallel) ভাবে ধারণ করি, তাহা হইলে উহা উত্তর দক্ষিণমুখী না থাকিয়া পূর্ব পশ্চিমমুখী হইয়া অর্থাৎ তারের আড়া আড়ি ভাবে অবস্থিতি করিবে। তারটি তাড়িত-কোষাবলী হইতে বিযুক্ত করিলেই শলাকা পুনর্বার স্বীয় পূর্বাৱস্থা প্রাপ্ত হইবে অর্থাৎ উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া রহিবে।

**তাড়িত-মান যন্ত্র (Galvanometer)**—চুম্বক শলাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের উপরোক্ত ক্রিয়া লক্ষ্য করিয়া এই যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে। ইংরাজীতে ইহার নাম গ্যালভানমিটার (Galvanometer)। এই যন্ত্র দ্বারা রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িতের অস্তিত্ব ও পরিমাণ নিরূপিত হয়। পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে চুম্বকধর্মাক্রান্ত একটি শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে উহা উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া থাকে কিন্তু একটি তাড়িত-প্রবাহযুক্ত তার সমান্তরাল ভাবে উহার নিকটে স্থাপন করিলে শলাকাটি দিক পরিবর্তন করতঃ পূর্ব পশ্চিম মুখে অবস্থিতি করে। তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত পদার্থের নিকটবর্তী হইলে চুম্বক-শলাকা এইরূপ দিক পরিবর্তন করে দেখিয়া তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণের জন্ত ইহা তাড়িতমান-যন্ত্র নির্মাণে ব্যবহৃত হয়।

পার্শ্বে এক প্রকার তাড়িতমান-যন্ত্রের একটি প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। (ক) একটি



চুম্বক-শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা যন্ত্র মধ্যে ঝুলান রহিয়াছে, ইহার নিয়ে ১৮০° টি ডিগ্রি চিহ্নিত একখানি পুঙ্ক কাগজের চাক্তি (খ) স্থাপিত। এই চাক্তির মধ্যস্থলে শলাকার পরিমাণে উত্তর দক্ষিণ মুখী একটি লম্বমান ছিদ্র (Slit) থাকে। চাক্তির নীচে কাটিমের গঠনে এক খণ্ড তাম্র (গ) রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়িত হইয়া একখানি পিস্তল-নির্মিত খালের উপর রক্ষিত হয়। এক্ষণে উক্ত রেশম-জড়িত তারের দুই মুখ তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত কোন পদার্থের সহিত সংযুক্ত করিলেই তাম্র-খণ্ডে তাড়িত সংক্রামিত হইয়া উপরিস্থ চুম্বক-শলাকার উপর ক্রিয়া প্রদর্শন করে অর্থাৎ শলাকাটি উত্তর দক্ষিণ মুখী না থাকিয়া তাড়িতের পরিমাণ অনুসারে অল্প বা অধিক পরিমাণে পূর্ব পশ্চিম মুখে ঘুরিয়া যায়; তাড়িতের পরিমাণ অধিক হইলে উহা চাক্তি বা ছিদ্রের আড়াআড়ি ভাবে (At right angles) অবস্থিতি করে।

আমরা যে পৃথিবীতে বাস করি ইহা একটি প্রকাণ্ড চুম্বক; ইহার আকর্ষণ বলই চুম্বকধর্মীকান্ত শলাকা উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া অবস্থিতি করে। তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত তারের নিকটবর্তী হইলে শলাকা দিক পরিবর্তন করে বটে, কিন্তু পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ সর্বদা ইহাকে স্বস্থানে (উত্তর দক্ষিণ মুখে) রক্ষা করিবার চেষ্টা করে, সুতরাং তাড়িতপ্রবাহ-ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা সাধন করে। তাড়িত-মান-যন্ত্র মধ্যেও এইরূপ প্রতিবন্ধকতা সংসাধিত হয়, এজন্য অতি ক্ষীণ তেজ তাড়িত-প্রবাহ শলাকাকে স্থানচ্যুত করিতে সক্ষম হয় না। শলাকার উপর পৃথিবীর এই চুম্বকাকর্ষণ শক্তি হ্রাস করিবার জন্ত এই যন্ত্রমধ্যে দুইটি চুম্বক শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা বিপরীত মুখে রক্ষিত হইয়া থাকে। ইহাদিগের মধ্যে একটি (ক) চাক্তির উপরে অবস্থিত তাহাই আমরা দেখিতে পাইতেছি; অপরটি চাক্তির নীচে রক্ষিত হইয়াছে তাহা প্রতিক্রিয়া মধ্যে দৃষ্ট হইতেছে না। দুইটি শলাকা এইরূপ বিপরীত মুখে থাকিলে ক-শলাকার উপর পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ ক্রিয়া লক্ষিত হয় না, সুতরাং তাড়িত প্রবাহের কার্য্য অবাধে শলাকার উপর প্রদর্শিত হয়। এ কারণ অতি সামান্য তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত পদার্থও এই যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত হইলে ডিগ্রি-চিহ্নিত চাক্তির উপর শলাকাটি ঘুরিয়া তাড়িতের অস্তিত্ব ও পরিমাণ নিরূপণ করে। এই যন্ত্র একটি কাচের আবরণের মধ্যে রক্ষিত হয়। রেশম-জড়িত তারের দুই মুখ কাচের আবরণের বাহিরে দুইটি স্রুপে

(৬ ও ৮) সংযুক্ত থাকে; কোন পদার্থে রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে তার দ্বারা ঐ দুইটা স্ক্রুপের সহিত যুক্ত করিতে হয় ।

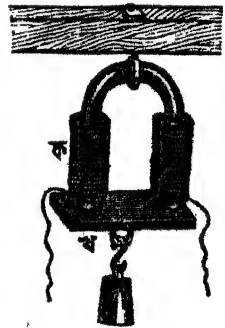
নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা তাড়িতমান-যন্ত্রের ক্রিয়া সুন্দররূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে ।

১ম পরীক্ষা—তাড়িতমান-যন্ত্রের দুইটা স্ক্রুপের সহিত দুইটা তার যোগ কর—একটা তারের অপর প্রান্ত কাচ পাত্র স্থিত জল-মিশ্রিত সলফিউরিক্‌ স্যাসিডে নিমজ্জিত কর; অপর তারটিকে মুখে একখানি দস্তা-ফলক সংলগ্ন করিয়া উহা উক্ত দ্রব্যক মধ্যে নিমজ্জিত করিবা মাত্র যন্ত্রস্থিত শলাকা দিক্‌ পরিবর্তন করিবে ।

### ৩। তাড়িত-চুম্বক ক্রিয়া ( Electro-magnetism )

তাড়িত-চুম্বক ( Electro-magnet )—অম্ব-খুরাকৃতি এক খণ্ড

লৌহের দুই বাহ (২৪ চিত্র, ক) একটি রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়াইয়া গোতের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত ঐ তারের দুই মুখ যুক্ত করিলে দেখা যায় যে উক্ত লৌহখণ্ড চুম্বক ধর্ম প্রাপ্ত হইয়াছে অর্থাৎ উহার নিকটে লৌহ-নির্মিত অপর কোন পদার্থ লইয়া গেলে তাহা আকৃষ্ট হয় । এইরূপে একখানি লৌহের পাতে (খ) কোন গুরুভার-দ্রব্য সংলগ্ন করিয়া চুম্বকের তল-দেশে লাগাইয়া দিলে উহা ঝুলিতে থাকে, খসিয়া পড়ে



২৪শ চিত্র ।

না । কিন্তু তাড়িত-কোষাবলী হইতে চুম্বক বিযুক্ত হইলেই তৎক্ষণাৎ লৌহ পাত খানি ঐ ভারি দ্রব্য সমেত খসিয়া পড়ে, অর্থাৎ উক্ত অম্ব-খুরাকৃতি লৌহ খণ্ডে আর চুম্বকের আকর্ষণ শক্তি থাকে না ।

লৌহ পাতের পরিবর্তে যদি আমরা কোন ইস্পাত-নির্মিত দ্রব্য উপরোক্ত চুম্বকের নীচে লাগাইয়া দিই তাহা হইলে ঐ পদার্থটি চুম্বকের ধর্ম প্রাপ্ত হয় এবং উহাকে পৃথক্‌ করিয়া লইলেও উহার চুম্বক-ধর্ম নষ্ট হয় না । উক্ত ইস্পাত খণ্ড লৌহ চূর্ণের নিকট লইয়া গেলে লৌহ-চূর্ণ আকৃষ্ট হইয়া ইস্পাতে সংলগ্ন হয় । ইস্পাত ভিন্ন অপর লৌহ খণ্ড যতক্ষণ তাড়িত-প্রবাহ সংক্রামিত থাকে ততক্ষণই

চুম্বকের ধর্ম প্রকাশ করে, কিন্তু তাড়িত-প্রবাহ হইতে বিচ্ছিন্ন হইলেই চুম্বক-ধর্ম লোহ হইতে অপসৃত হয় ।

এইরূপে তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-ধর্ম প্রাপ্ত লোহ খণ্ডকে তাড়িত-চুম্বক (Electro-magnet) কহে । তাড়িত-চুম্বক (২৪ চিত্র) দেখিতে অশ্ব-ধুরাকৃতি এবং উহার দুই বাহু রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়িত ।

তাড়িত-বার্তাবহ (Electric Telegraph)—তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-শলাকার দিক পরিবর্তন ভিত্তিস্বরূপ করিয়া তাড়িত-বার্তাবহ-যন্ত্র আবিষ্কৃত হইয়াছে ।

পূর্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে যে তাড়িতমান-যন্ত্রের মধ্যে একটি চুম্বক-শলাকা থাকে এবং এই যন্ত্র তাড়িত-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত হইলেই উক্ত শলাকা দিক পরিবর্তন করে । তাড়িতমান-যন্ত্র ও তাড়িত-কোষাবলী এতদুভয়ের মধ্যে ব্যবধান যতই অধিক হউক না কেন, চুম্বক-শলাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়ার কোন ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না । যদি আমরা একটি রূহৎ গৃহেব এক প্রান্তে একটি তাড়িত-কোষাবলী ও অপর প্রান্তে সূচ্যগ্র লোহ দণ্ডের উপর একটি চুম্বক-শলাকা রাখিয়া উহার সন্নিকটে তাড়িত-কোষাবলী সংলগ্ন তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত তার স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ চুম্বক-শলাকা তৎক্ষণাৎ আকৃষ্ট হইয়া স্থান পরিবর্তন করিবে । এক্ষণে যদি তাড়িত-কোষাবলী হইতে তার বিযুক্ত করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে শলাকাটি পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্তন করিবে । এইরূপে তারটি তাড়িত-কোষাবলী হইতে যতবার সংযুক্ত বা বিযুক্ত করা যায়, ততবারই চুম্বক-শলাকার স্থান পরিবর্তন সংঘটিত হইয়া থাকে । এস্থলে গৃহ মধ্যে স্থাপিত তাড়িত-কোষাবলী ও চুম্বক-শলাকার মধ্যে ব্যবধান অতি অল্প মাত্র কিন্তু এই দুইটির মধ্যে ব্যবধান শত বা সহস্র মাইল বা ততোধিক হইলেও যদি তাড়িত-প্রবাহ সমধিক তেজস্কর হয় তাহা হইলে দূরস্থিত চুম্বক-শলাকার প্রতি তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়ার কোনরূপ ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না । এইরূপে চুম্বক-শলাকার স্থান পরিবর্তন (Deflection) সাক্ষেতিক-চিহ্ন বা অক্ষর রূপে গৃহীত হইয়া সংবাদ বহন কার্য সাধিত হয় । চুম্বক-শলাকার পরিবর্তে একখানি তাড়িত-চুম্বক ও একটি লোহ শলাকা ব্যবহৃত হইয়া উক্ত তাড়িত-চুম্বক তাড়িত-কোষাবলীর সহিত যথাক্রমে সংযুক্ত বা বিযুক্ত হইলে তাড়িত-বার্তাবহনের কার্য একই রূপে সংসাধিত হয় ।

## ৪। প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহ

( Faradic or Induced current )

ইতিপূর্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে কোন তাড়িত-যুক্ত পদার্থ অপর পরিচালক পদার্থের নিকটস্থ হইলে প্রবর্তন-ক্রিয়া দ্বারা উহার মধ্যে তাড়িত উৎপাদন করে। ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের দ্বারাই যে শুদ্ধ এই কার্য্য হয় তাহা নহে; রাসায়নিক-ক্রিয়া বা অপর প্রক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহও কোন ধাতু নির্মিত পরিচালক পদার্থের নিকট অবস্থিতি করিলে উক্ত পদার্থ মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন করে। এতদ্ব্যতীত এক খণ্ড চুম্বক যদি পরিচালক পদার্থের নিকট অবস্থিতি করে তাহা হইলেও উক্ত পদার্থের মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়; এই সকল প্রক্রিয়া দ্বারা যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহ কহে।

প্রায় ৬৫ বৎসর পূর্বে বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক ফারাডে ( Faraday ) প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহের আবিষ্কার করেন। তাঁহার নামানুসারে এই তাড়িত-প্রবাহ ‘ফারাডিক্ কন্সটেন্ট’ নামে প্রচলিত।

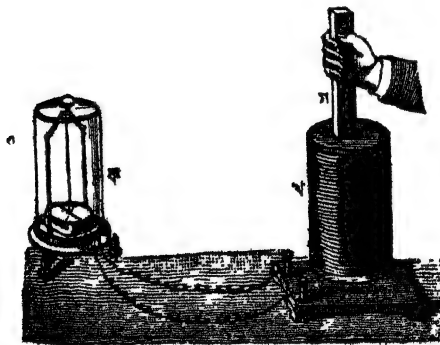
কুণ্ডল ( Coil )—কার্ড-বোর্ড বা কাষ্ঠ-নির্মিত কাটিয়ে ৪০০ বা ৫০০ হাত বা ততোধিক লম্বা রেশমাবৃত সূক্ষ্ম তাম্র-তার জড়াইয়া একটা কুণ্ডল (Coil) প্রস্তুত হয়। সচরাচর দ্বিবিধ কুণ্ডল ব্যবহৃত হইয়া থাকে, ইহাদিগের মধ্যে একটা আদি (Primary) ও অপরটা প্রবর্তক (Secondary)। আদি কুণ্ডলের তার অপেক্ষাকৃত স্থূল ও দৈর্ঘ্যে ছোট এবং উহা আরতনে এত বড় যে প্রবর্তক-কুণ্ডলটা উহার ছিদ্র মধ্যে অনায়াসে সন্নিবেশিত করিতে পারা যায়।

যদি আমরা আদি কুণ্ডলের দুই মুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত সংযুক্ত করি, তাহা হইলে একটা তাড়িত-প্রবাহ কুণ্ডল মধ্যে প্রবাহিত হইতে থাকে; এক্ষণে যদি আমরা প্রবর্তক কুণ্ডলটা আদি কুণ্ডলের সন্নিবেশিত লইয়া যাই অথবা উহার ছিদ্র মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দিই, তাহা হইলে প্রবর্তক কুণ্ডলে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। এক্ষণে প্রবর্তক কুণ্ডলের দুই মুখ তাড়িত-মান-যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত করিলে শলাকা দিক্ পরিবর্তন করিয়া উক্ত কুণ্ডল মধ্যে তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নির্দেশ করিবে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহযুক্ত একটা কুণ্ডলের নিকট অপর একটা

কুণ্ডল সন্নিবেশিত করিলে শেযোক্ত কুণ্ডলে প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা এক খণ্ড লৌহকে চুম্বকধর্মাক্রান্ত করিতে পারা যায়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে এক খণ্ড চুম্বকের সাহায্যে আমরা ঠিক ইহার বিপরীত ক্রিয়া সম্পাদন করিতে পারি; অর্থাৎ, যদি আমরা একটা কুণ্ডলের নিকটে এক খণ্ড চুম্বক স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ কুণ্ডলে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে।

পূর্বোন্নিষিত একটা কুণ্ডলের (২৫শ চিত্র, খ) ছই মুখ তাড়িতমান-বস্তুর (ক) সহিত যুক্ত করতঃ কুণ্ডলের মধ্যে একখানি চুম্বক (গ) প্রবেশ করাইয়া দিলে উহাতে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় এবং তাড়িতমান-বস্তুর শলাকা স্বল্পকণের নিমিত্ত দক্ষিণ বা বাম দিকে ঘুরিয়া পুনরায়  $0^\circ$  চিহ্নিত অঙ্কে প্রত্যাবর্তন করে। যতক্ষণ চুম্বকটা কুণ্ডলের মধ্যে থাকে, ততক্ষণ শলাকা পুনরায় স্থান পরিবর্তন করে না। এক্ষণে যদি আমরা চুম্বকখানি উহাব অভ্যন্তর হইতে বাহির করিয়া লই, তাহা হইলে শলাকাটা বিপরীত দিকে গমন করিয়া পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্তন করে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে চুম্বক নিকটবর্তী হইলে কুণ্ডলে এক প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় কিন্তু চুম্বক



২৫শ চিত্র।

অপসারিত করিলে কুণ্ডলে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। এইরূপে যদি আমরা যথাক্রমে চুম্বকটা উক্ত কুণ্ডলের নিকটে ও দূরে

লইয়া বাই তাহা হইলে উহাতে একবার সংযোগ ও তৎপরে বিরোধী তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন করিতে সমর্থ হই। অপরন্তু যদি চুম্বকখানি এক স্থানে সংলগ্ন থাকে এবং পূর্বোক্ত কুণ্ডলটী যথাক্রমে উহার নিকটে আনীত বা দূরে অপসারিত হয় তাহা হইলেও পূর্বের স্থায় একই ফল প্রাপ্ত হওয়া যায় অর্থাৎ কুণ্ডল মধ্যে একবার সংযোগ এবং পরক্ষণেই বিয়োগ তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই প্রণালী অবলম্বনে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহও প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহ নামে অভিহিত।

তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা লৌহ খণ্ডকে চুম্বক করিলে যে ক্রিয়া সাধিত হয় তাহাকে তাড়িত-চুম্বক-ক্রিয়া ( Electro-magnetism ) কহে; অপরন্তু চুম্বক দ্বারা কুণ্ডল মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন ক্রিয়াও উক্ত নামে অভিহিত।

চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারি ( Medical Battery )—শরীর মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ পরিচালিত করিয়া ভ্রায়বীয় রোগবিশেষ নির্ণয়, আরোগ্য বা উপশমের নিমিত্ত সচরাচর এই যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। দুই প্রকার তাড়িত-প্রবাহ রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসার নিমিত্ত প্রয়োগ করা হয়। ইহাদের একটিকে অবিচ্ছিন্ন ( Continuous ) ও অপরটিকে বিচ্ছিন্ন ( Interrupted ) তাড়িত-প্রবাহ কহে।

গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর গঠন বর্ণন কালে আমরা উল্লেখ করিয়াছি যে উক্ত কোষাবলী হইতে যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে অবিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ কহে—কেন না উক্ত তাড়িত-কোষাবলীতে তাড়িত-প্রবাহ এক স্থান হইতে উৎপন্ন হইয়া দুই প্রান্ত-সংলগ্ন তার বাহিয়া পুনরায় কোষাবলীর মধ্যে প্রত্যাবর্তন করে, কোন স্থানে রুদ্ধ বা বিচ্ছিন্ন হয় না (কিন্তু এক্ষণে যে ব্যাটারির বিষয় বর্ণিত হইবে উহাতে একই তার বাহিয়া যথাক্রমে দুইটী বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ প্রবাহিত হয়, একারণ এই ব্যাটারি হইতে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহকে বিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ কহে। এই ব্যাটারি নানা গঠনের হইয়া থাকে, তন্মধ্যে যেটা সচরাচর ব্যবহৃত হয় তাহারই গঠন-প্রণালী নিম্নে বর্ণিত হইল; ইহাকে ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ব্যাটারি ( Electro-magnetic Battery ) কহে।



এই যন্ত্র একটা কাঠ নির্মিত বাস্ক মধ্যে রক্ষিত হয়। বাস্কের এক পার্শ্বে একখানি অর্ধ-খুরাকৃতি চুষক দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং ছইটী কুণ্ডল পরস্পর সংযুক্ত হইয়া উক্ত চুষকের সন্নিকটে রক্ষিত হয়। বাস্কের বাহিরে একটা হাতল সংলগ্ন থাকে, তদ্বারা আমরা উক্ত কুণ্ডল দুইটীকে চুষকের নিকটে ঘুরাইতে সক্ষম হই। ঘুরিবার সময় যখন একটা কুণ্ডল চুষকের নিকটবর্তী হয় তখন উহাতে এক প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ এবং যখন চুষক হইতে দূরে গমন করে তখন উহাতে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্বিতীয় কুণ্ডলটী ঘুরিবার সময়ও ঠিক এইরূপ ক্রিয়া প্রদর্শন করে। একটা কুণ্ডল ব্যবহার করিলে তাড়িত-প্রবাহ ক্ষীণতেজ হয় বলিয়া দুইটী কুণ্ডল একত্রে সংযুক্ত হইয়া ব্যবহৃত হয়। ইতিপূর্বে উক্ত হইয়াছে যে যন্ত্রটী কাঠনির্মিত বাস্ক মধ্যে রক্ষিত হয়। বাস্কের এক পার্শ্বে দুইটী ছিদ্র থাকে। রেশম-জড়িত দুইটী তাম্র তারের এক মুখ উক্ত ছিদ্র দ্বয়ে প্রবিষ্ট এবং অপর মুখ কার্ঠের হাতল যুক্ত এক একটা পিত্তল নির্মিত চোঙ্গে সংলগ্ন থাকে—ব্যাটারি ব্যবহারের সময় এই দুইটী চোঙ্গের মুখে লবণ দ্রাবণে সিক্ত দুই খণ্ড স্পঞ্জ বা বস্ত্র স্থাপন করতঃ ব্যাধিগ্রস্থ স্থানে বসাইয়া হাতল দ্বারা কুণ্ডল দুইটীকে ঘুরাইলে তন্মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় এবং তার ও চোঙ্গ বাহিয়া রোগীর শরীরে সংক্রামিত হইয়া পেশীসমূহের আক্ষেপ উৎপাদন করে।

বিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার নিমিত্ত গ্যালভানো-ফ্যারাডিক্ ব্যাটারি (Galvano-Faradic Battery) নামক আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্বে যে আদি ও প্রবর্তক কুণ্ডলের বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, উক্ত দুই প্রকার কুণ্ডলই এই যন্ত্র নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। একটা বাস্কের মধ্যে একটা আদি এবং এক বা ততোধিক প্রবর্তক কুণ্ডল থাকে এবং বাই-ক্রেমেট্ অর্বা পটাসের দ্রাবণ পূর্ণ দুইটী ক্ষুদ্র তাড়িতকোষ আদিকুণ্ডলের সহিত সংযুক্ত হইয়া বাস্কের মধ্যে রক্ষিত হয়। এইরূপে প্রবর্তক কুণ্ডলের মধ্যে যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহা রেশম-জড়িত তার দ্বারা শরীরে প্রয়োগ করা যায়। এই তাড়িত প্রবাহ বিচ্ছিন্ন হইলেও যন্ত্র মধ্যে এরূপ বন্দোবস্ত থাকে যে উহা ইচ্ছামত বিচ্ছিন্ন প্রবাহে পরিণত হইতে পারে। এতদ্ব্যতীত আদি বা প্রবর্তিত তাড়িত-প্রবাহের মধ্যে যেটী প্রয়োগ করিবার আবশ্যক হয়,

বাক্সের উপরিভাগে অবস্থিত একটি ক্ষুদ্র কাঁটা উহার উভয় পার্শ্বে অঙ্কিত P বা S অক্ষরে সংলগ্ন করিলে উক্ত কার্য সম্পন্ন হইয়া থাকে ।

প্রধানতঃ পক্ষাঘাত রোগেই তাড়িত-প্রবাহ ব্যবহৃত হইয়া থাকে । যাহা হউক কোন্ কোন্ রোগে কোন্ প্রকার তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগে বিশেষ ফল দর্শে, এস্থলে সে বিষয়ের আলোচনা আমাদিগের উদ্দেশ্য নহে । ছাত্রগণ ঔষধ-প্রয়োগ শিক্ষা কালীন এ বিষয়ের সম্যক্ রূপ জ্ঞান লাভ করিতে পারিবেন ।

গ্রোভ্, ড্যানিয়েল্, বুনসেন্ প্রভৃতি সকল প্রকার গ্যালভানিক্ ব্যাটারিই অবিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইতে পারে । চিকিৎসার জন্ত যে সকল ব্যাটারি ব্যবহৃত হইয়া থাকে, তাহাদিগকে অনেক সময়ে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে বহন করিয়া লইয়া যাইবার আবশ্যক হয় সুতরাং ঐ সকল ব্যাটারি যাহাতে অপেক্ষাকৃত আয়তনে ছোট এবং লঘুভার-যুক্ত হয় এবং যাহাতে অভ্যন্তরস্থ দ্রাবক চল্কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা না থাকে, তদ্বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা কর্তব্য । চিকিৎসার জন্ত অপেক্ষাকৃত তেজস্কর তাড়িত প্রবাহের আবশ্যক, সুতরাং অনেকগুলি গ্রোভ্, বুনসেন্ বা ড্যানিয়েল্ নিম্নিত তাড়িত-কোষ একত্রিত না করিলে পর্যাপ্ত পরিমাণে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইতে পারে না ; অথচ এবিধ সজ্জিত তাড়িত-কোষাবলী এক স্থান হইতে স্থানান্তরে বহন করিয়া লইয়া যাওয়াও সুবিধা-জনক নহে, একারণ অধিকাংশ স্থলে ইহার ব্যবহারের পক্ষে বিশেষ অনুপযোগী হইয়া থাকে । একরূপ ব্যবহারের নিমিত্ত গেল্ফের ক্লোরাইড্ অব্ সিল্ভার্ ব্যাটারি ( Gaiffe's Chloride of Silver Battery ) সর্বাপেক্ষা উপযোগী । এই ব্যাটারির কোষগুলি আয়তনে ক্ষুদ্র এবং প্রত্যেকটির মধ্যে এক খণ্ড দস্তা এবং একটি রৌপ্য-তার একত্রে অবস্থিতি করে ; এই রৌপ্য তারটি ক্লোরাইড্ অব্ সিল্ভার্ নামক লবণের দ্বারা মণ্ডিত । দস্তা ও রৌপ্য তারের মধ্যবর্তী স্থানে কয়েক খণ্ড ব্লটিং কাগজ ক্লোরাইড্ অব্ জিন্কের ( Chloride of zinc ) দ্রাবণে সিক্ত করিয়া রক্ষিত হয়, তাহাতেই রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া ব্যাটারি মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে ।

গেল্ফের ব্যাটারি চিকিৎসার পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইলেও উহা এত বহু মূল্য যে সাধারণে তাহা ব্যবহার করিতে পারে না । সাধারণের ব্যবহারের নিমিত্ত লেক্‌ল্যান্স্ ( Leclanche ) ব্যাটারি অপর সকলগুলি অপেক্ষা বিশেষ

উপযোগী । এই ব্যাটারিতে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড প্রভৃতি দ্রাবকের পরিবর্তে নিশাদলের ( Chloride of Ammonium ) দ্রাবণ ব্যবহৃত হয় । একটা কাচের চতুষ্কোণবিশিষ্ট পাত্র মধ্যে ক্লোরাইড অব অ্যামোনিয়মের দ্রাবণ রক্ষিত হয় ; দ্রাবণ মধ্যে এক খণ্ড দস্তা ও একটা সরস্কু মুখের পাত্র ( Porous earthen pot ) অবস্থিত থাকে ; এই পাত্র মধ্যে এক খণ্ড গ্যাস্কার্ভন রক্ষিত হয় এবং অবশিষ্ট স্থান ম্যাগ্নানীজ্ ডাইঅক্সাইড্ নামক কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ ও কোক্ কয়লার খুঁড়া দ্বারা পরিপূর্ণ হইয়া থাকে । উক্ত চৌপল কাচ পাত্রের মুখটা পিচ বা অল্প কোন পদার্থ দ্বারা একেবারে আবদ্ধ থাকে, সুতরাং এক স্থান হইতে অল্প স্থানে লইয়া যাইবার সময় অভ্যন্তরস্থ দ্রাবণ চল্কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা থাকে না । ব্যাটারিস্থিত অ্যামোনিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ সর্বদা পরিবর্তন করিবার আবশ্যক হয় না । এইরূপ ৩০ হইতে ৫০টা কোষযুক্ত লেক্-ল্যাম্পের ব্যাটারি চিকিৎসার জন্য ব্যবহৃত হয় । এই ব্যাটারি একটা বাস্তবের মধ্যে রক্ষিত হয় ।

লেক্‌ল্যাম্পের ব্যাটারির গঠন আলোচনা করিলেই প্রতীয়মান হইবে যে ইহাও এক স্থান হইতে অন্য স্থানে লইয়া যাইবার পক্ষে তাদৃশ সুবিধা জনক নহে । ৩০ হইতে ৫০টা কোষ যুক্ত লেক্‌ল্যাম্পের ব্যাটারি বৃহদাকার ও হ্রস্ব ; এজন্য সচরাচর ইহা চিকিৎসকের বাটীতে রক্ষিত হয় এবং সমাগত রোগীদিগের চিকিৎসার নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে ।

চিকিৎসকের সঙ্গে লইবার জন্য বাইক্রোমেট্ অব্ পটাশ্ ( Bichromate of Potass ) বা পার্সল্ফেট্ অব্ মার্কারি ( Persulphate of Mercury ) নিষ্প্রিত ব্যাটারি ব্যবহৃত হয় । ইহাদিগের কোষ গুলি ক্ষুদ্রাকারের ; প্রত্যেক কোষটির মধ্যে একখণ্ড দস্তা ও একখণ্ড কার্বন একত্রে রক্ষিত হয় । রাসায়নিক ক্রিয়া উত্তেজনার নিমিত্ত প্রথমোক্ত ব্যাটারির কোষ বাইক্রোমেট্ অব্ পটাশের দ্রাবণ ও দ্বিতীয়টির কোষ পার্সল্ফেট্ অব্ মার্কারির দ্রাবণ দ্বারা পূর্ণ করা হয় । বহন সৌকর্য্যার্থে সময়ে সময়ে দ্বিতীয় ব্যাটারিটির কোষ মধ্যে কিঞ্চিৎ নিরেট পার্সল্ফেট্ অব্ মার্কারি রক্ষিত হয় এবং কোষের অবশিষ্টাংশ জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড-সিক্ত করার খুঁড়া দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে ; নিরেট লবণটা অল্পে অল্পে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডে দ্রব হইয়া দস্তা খণ্ডের উপর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে । এই উভয়

বিধ ব্যাটারির কোষগুলি ক্ষুদ্রাকারের, সুতরাং অনেকগুলি একত্রে সম্ভিত থাকিলেও অধিক স্থান অধিকার করে না। একটা মাঝারি কার্টের বাগ্গেজ মধ্যে কোষগুলি অনারাসে রক্ষিত হয় সুতরাং সহজেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে নীত হইতে পারে।

এই সকল ব্যাটারি মধ্যে অপর কয়েকটা যন্ত্র সন্নিবেশিত থাকে। রোগ বিশেষে অল্প বা অধিক তেজস্কর তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগের আবশ্যক, এ কারণ ব্যাটারি মধ্যে একরূপ বন্দোবস্ত থাকা উচিত যদ্বারা ইচ্ছামত তাড়িত-প্রবাহের পরিমাণ এবং তেজের হ্রাস বা বৃদ্ধি সাধন করিতে পারা যায়।

যে কয়েকটা যন্ত্রের সমবায়ে উপরোক্ত কার্য সুচারুরূপে সম্পাদিত হইয়া থাকে তাহাদিগের প্রত্যেকটির নাম, গঠন ও কার্যপ্রণালী নিম্নে লিখিত হইল।

১ম। কলেক্টর (Collector) — তাড়িতের পরিমাণ হ্রাস বা বৃদ্ধি সাধনের নিমিত্ত এই যন্ত্র ব্যাটারি মধ্যে সন্নিবেশিত থাকে। ব্যাটারির যতগুলি কোষ থাকে ততগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের গোলক বাগ্গের ডালার উপর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে; এই গোলকগুলির উপর ১, ২ প্রভৃতি সংখ্যা আঙ্কিত থাকে এবং ইহার প্রত্যেকটি অভ্যন্তরস্থ সম-সংখ্যক তাড়িত-কোষের সহিত তার দ্বারা যুক্ত। এই গোলক গুলির সন্নিকটে একটা পিত্তলের কাঁটা থাকে, ইহাকে ইচ্ছামত সরাইতে পারা যায়। এই কাঁটাটা সরাইয়া যে সংখ্যক গোলকটিতে সংলগ্ন করা যায়, ততগুলি তাড়িত কোষ হইতেই কেবল মাত্র তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। অপর কোষগুলির কার্য তৎকালে স্থগিত থাকে। এই-রূপে যে কয়েকটা কোষ হইতে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার প্রয়োজন হয়, আমরা সহজে উপরোক্ত উপায়ে তাহা সম্পন্ন করিতে পারি।

২য়। রিয়নস্ট্যাট (Rheostat) — উপরোক্ত কলেক্টর নামক যন্ত্র সাহায্যে তাড়িত-প্রবাহের তেজ মোটামুটি বৃদ্ধি বা হ্রাস করিতে পারা যায়; কিন্তু অধিক-তর সুন্দররূপে ঐ কার্য সম্পাদন করিতে হইলে অর্থাৎ তাড়িত-প্রবাহের তেজ সামান্য পরিমাণে কম বেশী করিতে হইলে রিয়নস্ট্যাট নামক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্বে ভূঁতিয়া বা অপর কোন লবণের দ্রাবণপূর্ণ একটা কাচনল রিয়নস্ট্যাট রূপে ব্যবহৃত হইত; এক্ষণে কাচকড়ার আধারে রক্ষিত কৃষ্ণ-শীল (Graphite) একটা সূক্ষ্ম দণ্ড এই কার্যের জন্য ব্যবহৃত হয়। গঁদ বা অপর কোন

অপরিচালক আঠাল দ্রব্য কৃষ্ণ-সীসের গুঁড়ার সহিত মিশ্রিত করিয়া এই দণ্ড প্রস্তুত হইয়া থাকে । তাড়িত-প্রবাহ এই যন্ত্র মধ্য দিয়া পরিচালিত হইলে প্রতিবন্ধকতা প্রাপ্ত হয়, সুতরাং উহার তেজঃহ্রাস হইয়া আইসে ।

কার্যকালে: তাড়িত-কোষাবলীর এক প্রান্ত সংলগ্ন তার রিয়স্ট্যাটের এক মুখের সহিত যোগ করিয়া দিতে হয় এবং উহার অপর মুখে রেশম বা রবার আবৃত, অল্প একটা তার সংলগ্ন থাকে । ইহা এবং ব্যাটারির অপর প্রান্ত সংলগ্ন তার—উভয়কেই রিয়কোয় ( Rheophore ) বলে; এই দুইটা তারের মুখে দুইখানি ইলেক্ট্রোড সংলগ্ন থাকে । ফ্লানেল বা অপর কোন অপরিচালক বস্ত্র বা চৰ্ম্মখণ্ড আবৃত দুই খানি সীস বা টিনের চাকতি সচরাচর ইলেক্ট্রোড রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে । ব্যবহার কালে ইলেক্ট্রোড দুই খানি জলে সিক্ত করিয়া শরীরে সংলগ্ন করা হয় ।

কৃষ্ণ-সীসের দণ্ডটির দৈর্ঘ্যের তারতম্যানুসারে তাড়িত-প্রবাহের প্রতিবন্ধকতার ন্যূনাধিক্য সাধিত হইয়া থাকে, এজন্ত রিয়স্ট্যাট যন্ত্রটা একরূপ কোশলে নিষ্প্রিত যে আমরা ইচ্ছামত উহার দণ্ডটির দৈর্ঘ্য বাড়াইতে বা কমাইতে পারি । কলেক্টরের দ্বারা রিয়স্ট্যাট যন্ত্রের উপরিভাগেও কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের বোতাম গোলাকারে সজ্জিত এবং তন্মধ্যস্থলে একটা পিত্তলের কাঁটা আবদ্ধ থাকে; তাড়িত-প্রবাহের তেজের ভিন্ন ভিন্ন মাত্রা এই সকল বোতামের পার্শ্বে অঙ্কিত থাকে । পিত্তলের কাঁটাটা সরাইয়া যে বোতামে সংলগ্ন করা যায়, তন্নির্দিষ্ট তেজস্বর তাড়িত-প্রবাহ রিয়স্ট্যাটের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে । এইরূপে আমরা ব্যাটারি হইতে নির্গত তাড়িত-প্রবাহকে এই যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া যে পরিমাণে তেজস্বর হওয়া আবশ্যক সেই পরিমাণে শরীর মধ্যে প্রবেশ করাইতে সক্ষম হই ।

৩য়। কমিউটেটর ( Commutator )—উপরোক্ত দুইটা যন্ত্র ব্যতীত এই যন্ত্রটিও চিকিৎসাপ্রয়োগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে । ইহার গঠন ছোট পিপার দ্বারা, পার্শ্বে একটা লম্বা হাতল সংলগ্ন থাকে; অধুনা ক্ষুদ্র হাতল বিশিষ্ট দুইটা পিত্তলের শ্রিং একত্রে যুক্ত থাকিয়া এই কার্য সম্পাদন করে । হাতল দ্বারা পিপা বা শ্রিং দুইটাকে এক পার্শ্ব হইতে অল্প পার্শ্বে সরাইতে পারা যায় । যন্ত্রটি ব্যাটারির সহিত একরূপ কোশলে সংযুক্ত থাকে যে

ইহাকে সরাইলে ব্যাটারি হইতে উৎপন্ন সংযোগ ও বিরোধ তাড়িত পরস্পর স্থান পরিবর্তন করে অর্থাৎ যে তার দিয়া সংযোগ তাড়িত ইতিপূর্বে প্রবাহিত হইতেছিল, তাহাতে বিরোধ-তাড়িত এবং অপর তারে সংযোগ-তাড়িত প্রবাহিত হইতে থাকে । কখন কখন তাড়িত-প্রবাহের অকস্মাৎ পরিবর্তন সংঘটন দ্বারা বিশেষ বিশেষ রোগ পরীক্ষা ও চিকিৎসা করিবার আবশ্যক হয় ; এরূপ স্থলে কমিউটেটর্ যন্ত্রটি চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংলগ্ন থাকিয়া উক্ত কার্যের সবিশেষ সহায়তা করে ।

উপরোক্ত কয়েকটি যন্ত্র ব্যতীত একটি তাড়িতমান-যন্ত্র (Galvanometer) ও চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে ; ইহা দ্বারা ব্যাটারি হইতে শরীর মধ্যে যে তাড়িত-প্রবাহ পরিচালিত হয়, তাহার তেজের মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণীত হইয়া থাকে ।

---



# দ্বিতীয় অধ্যায় ।

—o—

## রসায়ন-বিজ্ঞান ।

### প্রথম পরিচ্ছেদ ।

#### মূল ও যৌগিক পদার্থ ।

যে শাস্ত্র দ্বারা পদার্থের উপাদান ও ধর্ম এবং তৎসম্বন্ধে পরস্পরের মধ্যে সাদৃশ্য বা পার্থক্য নিরূপণ করিতে পারা যায় তাহাকে রসায়ন-বিজ্ঞান কহে ।

আমরা চতুর্দিকে যে সকল পদার্থ দেখিতে পাই, তাহাদিগের অধিকাংশের মধ্যে প্রতিনিয়ত কোন না কোন পরিবর্তন সংসাধিত হইতেছে । লৌহ স্পর্শ করিলে শীতলতা অনুভূত হয়, কিন্তু ইহা কিয়ৎক্ষণ অগ্নি সন্নিধানে থাকিলে অথবা সূর্য্য কিরণসম্পাতে শীঘ্রই উত্তপ্ত হইয়া উঠে ; এতদ্বারা স্পষ্ট বুঝিতে পারা যায় যে তৎকালে লৌহমধ্যে কোন এক প্রকার পরিবর্তন সংঘটিত হইয়াছে । যদি একটা উজ্জল লৌহনির্মিত সামগ্রী কিছুদিন অনাবৃত বা আর্দ্র স্থানে রক্ষিত হয়, তাহা হইলে উহার উজ্জলতা বিনষ্ট হইয়া তদুপরি পাটলবর্ণের এক প্রকার অভিনব পদার্থ সংলগ্ন থাকিতে দেখা যায় । এই পদার্থকে সাধারণ ভাষায় মরিচা ( Rust ) কহে । বায়ুস্থিত অক্সিজেন বাষ্পের ( Oxygen ) সহিত লৌহের রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইয়া এই “মরিচা” উৎপন্ন হয় ; ফলতঃ ইহা লৌহ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক পদার্থ ও ভিন্ন ধর্মাক্রান্ত ।

পদার্থ মধ্যে ভৌতিক ( Physical ) এবং রাসায়নিক ( Chemical ) এই দ্বিবিধ পরিবর্তন সংঘটিত হইয়া থাকে ।

**ভৌতিক পরিবর্তন (Physical change)**—শীতল লৌহখণ্ড উত্তপ্ত হইলে তাহার মধ্যে উপাদানগত কোন পরিবর্তন সংঘটিত হয় না, কেবল



প্পন করিলে উদ্ভাপ অল্পভূত হয় মাত্র। এইরূপ পরিবর্তনকে ভৌতিক পরি-  
বর্তন কহে। ভৌতিক পরিবর্তনে পদার্থের উপাদানগত ব্যতিক্রম ঘটে না।

জল সাতিশয় উত্তপ্ত হইলে বাষ্প এবং সমধিক শীতল হইলে বরফে পরিণত  
হয়। জল, জল-বাষ্প ও বরফ দৃষ্টান্তঃ এক পদার্থ না হইলেও উহাদের মধ্যে  
উপাদানগত কোন পার্থক্য নাই; অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন (Hydrogen)  
নামক দুইটা বায়বীয় মূল পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে জলের উৎপত্তি; জলের  
মধ্যে যে পরিমাণে এই দুই বাষ্প অবস্থিতি করে, বরফ বা জল-বাষ্পের মধ্যেও  
সেই পরিমাণে থাকে। সুতরাং উহাদিগের মধ্যে উপাদানগত কোন পার্থক্য  
দৃষ্ট হয় না। বাষ্প বা বরফে পরিণত হইলে জলে যে পরিবর্তন সংসাধিত হয়,  
তাহা ভৌতিক পরিবর্তন মাত্র।

**রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical change)**—রাসায়নিক পরি-  
বর্তন সংঘটিত হইলে পদার্থের উপাদানগত পার্থক্য লক্ষিত হয়। পূর্বে যে লৌহের  
উপর মরিচা সংলগ্ন হইবার বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, তাহা একটা রাসায়নিক  
পরিবর্তনের ফল মাত্র। লৌহ ও অক্সিজেন বাষ্পের রাসায়নিক সম্মিলনে মরিচা  
উৎপন্ন হয়; ইহা একটা নূতন পদার্থ এবং লৌহ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মাক্রান্ত  
ফলতঃ রাসায়নিক পরিবর্তনে যে শুদ্ধ নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহা নহে; সময়ে  
সময়ে উৎপন্ন পদার্থের বর্ণ, ভ্রাণ ও আশ্বাদন আদিপদার্থ হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন  
হইয়া থাকে।

(ক) বর্ণের বিভিন্নতা—

১ম পরীক্ষা।—একটা পরীক্ষা-নলে মার্কিউরিক ক্লোরাইডের দ্রাবণ লইয়া তাহাযে  
আইওডাইড্ অব্ পোটাশিয়মের দ্রাবণ যোগ কর; এই দুই বর্ণহীন পদার্থের মিলনে উজ্জ্বল  
লোহিতবর্ণ মার্কিউরিক আইওডাইড্ (Red Iodide of Mercury) নামক পদার্থ উৎপন্ন  
হইবে।

(খ) ভ্রাণের বিভিন্নতা—

২য় পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণে কলিচুণ ও নিশাদল (Chloride of Ammonium) একত্রে  
থলে পেষণ কর—তীব্র গন্ধ যুক্ত অ্যামোনিয়া বাষ্প (Ammonia gas) নির্গত হইবে।

(গ) আশ্বাদনের বিভিন্নতা—

৩য় পরীক্ষা।—সেবুর রস অল্প এবং বাইকার্বনেট অব্ সোডা (Bicarbonate of Soda)  
অল্প আশ্বাদ যুক্ত। ইহাদিগকে একত্র পরিমাণে মিশ্রিত কর যে উষ্ণ মিশ্রিত পদার্থে নীল রং

লাল লিটমাস কাগজ (Litmus paper) নিমজ্জিত করিলে উহার বর্ণ পরিবর্তিত হইবে না। এস্থলে উপরোক্ত দুই পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে সাইট্রেট অব সোডা (Citrate of Soda) নামক লবণ প্রস্তুত হয়—ইহার আখাদন লবণাক্ত, লেবুর রস ও বাইকার্বনেট অব সোডার আখাদন হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন।

প্রধানতঃ নিম্নলিখিত কয়েকটি কারণে রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত হইয়া থাকে। যথা—

১ম। তাপ সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন সংসাধিত হয়।—

৪র্থ পরীক্ষা।—একটি পুরু পরীক্ষা-নলে (Test tube) লোহিত পারদ অক্সাইড (Red Oxide of Mercury) রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর। এই পদার্থটি দেখিতে লোহিত বর্ণ, উত্তাপ সংযোগে ইহা পারদ ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। পারদ উষ্ম (Volatile) অর্থাৎ উত্তাপ সংযোগে উড়িয়া যায়, এজন্ত পরীক্ষা-নলের উপরিস্থিত শীতলাংশে জমিয়া ধূসর বর্ণের রেখা পাত করে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র (Microscope) সাহায্যে এই স্থানে পারদের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বর্তুল গুলি দৃষ্টিগোচর হয়। এক্ষণে একটি জলন্ত দীপ শলাকা পরীক্ষা-নলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা উজ্জ্বলতর হইয়া জ্বলিতে থাকে এবং যদি দীপ শলাকাটি নির্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে থাকিতে উক্ত পরীক্ষা-নলের মধ্যে পুনঃপ্রবেশ করান যায়, তাহা হইলে উহা পুনরায় জ্বলিয়া উঠিবে। পরীক্ষা-নলের মুখে একটি ছিদ্রযুক্ত ছিপি লাগাইয়া একটি দ্বিবক্র কাচ-নলের এক মুখ তন্মধ্যে প্রবেশ করাও এবং অপর মুখ জলপূর্ণ পাত্রে স্থাপিত একটি জলপূর্ণ নিয়মিত পরীক্ষা-নলের মধ্যে স্থাপন কর। অক্সিজেন বাষ্প জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্ধদাকারে নল মধ্যে সঞ্চিত হইবে। পরীক্ষা নলটি জ্বল হইতে সরাইয়া উর্দ্ধমুখে স্থাপন করতঃ একটি অগ্নিমুখ দীপ শলাকা তন্মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা জ্বলিয়া উঠিবে।

উত্তাপ সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইড হইতে অক্সিজেন বাষ্প নির্গত হয়, এই বাষ্প সংস্পর্শেই আলোকটি সতেজে জ্বলিতে থাকে এবং নির্বাপিতপ্রায় দীপ-শলাকা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে।

এস্থলে দেখা গেল যে তাপ সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইডে রাসায়নিক পরিবর্তন উপস্থিত হইয়া পারদ ও অক্সিজেন নামক দুইটি ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে।

২য়। দুইটি বস্তু পরস্পর স্পর্শ করিলে অনেক সময়ে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয়।—

৫ম পরীক্ষা।—একখানি পোর্সিলেন পাত্রে উপর ক্ষুদ্র একপঙ কঙ্করস (Phosphorus)

৩ আইডাইডিন (Iodine) একটি দাৰ্ঘ্য কাচবণ্ড (Glass rod) সাহায্যে একত্রিত কর। এই দুই পদার্থ পরস্পর স্পৃষ্ট হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া তাপ ও আলোক উৎপন্ন হইবে।

৩য়। দুইটি পদার্থ দ্রব অবস্থায় একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে অতি সহজে রাসায়নিক ক্রিয়া সংসাধিত হয়।—

৬ষ্ঠ পরীক্ষা।—সীরাকশ (Sulphate of Iron) ও কেরোসায়ানাইড অব্ পোটাশিয়াম্ (Ferro-cyanide of Potassium) নামক দুইটি পদার্থের শুদ্ধ একত্র মিশ্রিত করিলে উভয়ের মধ্যে কোন পরিবর্তন দৃষ্ট হয় না। কিন্তু এই মিশ্র পদার্থে জল ঢালিয়া দিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া গাঢ় নীলবর্ণের একটি পদার্থ প্রস্তুত হয়।

যদি আমরা সল্ফেট অব্ আয়রণের দ্রাবণে কেরোসায়ানাইড অব্ পোটাশিয়ামের দ্রাবণ যোগ করি তাহা হইলে তৎক্ষণাৎ পূৰ্ণোক্ত নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

৪র্থ। আলোক সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন উপস্থিত হয়।—

৭ম পরীক্ষা।—নাইট্রেট অব্ সিল্ভারের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ যোগ করিলে যেতবর্ণ ক্লোরাইড অব্ সিল্ভার (Chloride of Silver) অধঃস্থ হয়; এক্ষণে এই অধঃস্থ পদার্থ দুই খণ্ড লুটিং কাগজের উপর ঢাল। পরে উক্ত এক খণ্ড কাগজ রৌদ্রে ও অপর খণ্ড টেবিলের মধ্যে অন্ধকারে রাখিয়া দাও। কিয়ৎকাল পরে দেখিতে পাইবে যে রৌদ্রে স্থাপিত কাগজখানি আলোক সংযোগে বিবর্ণ হইয়াছে; কিন্তু অন্ধকারে রক্ষিত কাগজখানির কোন পরিবর্তন দৃষ্ট হইবে না। আলোক সংযোগে সিল্ভার ক্লোরাইডের মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত হইয়া গাঢ় ধূসরবর্ণের সবে ক্লোরাইড অব্ সিল্ভার (Subchloride of Silver) নামক লবণ প্রস্তুত হয়। এইরূপ সিল্ভার ব্রোমাইড, সিল্ভার আইওডাইড প্রভৃতি কতকগুলি লবণ আলোক সংযোগে বিবর্ণ হইয়া যায় এজন্য ইহারা ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়।

৫ম। তাড়িত সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন হয় ইহা ইতিপূর্বে প্রদর্শিত হইয়াছে (৫৭ পৃষ্ঠা দেখ)।

মিশ্রণ (Chemical mixture) ও রাসায়নিক মিলন (Chemical union)।—অনেক স্থলে দুইটি বস্তু একত্রিত করিলে পরস্পরের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত না হইয়া উভয়ে শুদ্ধ মিশ্রিতাবস্থায় থাকে, এবং সামান্য আয়তনেই উক্ত মিশ্র পদার্থ হইতে দুইটি বস্তুকে পুনরায় পৃথক্ করা যাইতে পারে। দুই বা ততোধিক পদার্থ এইরূপ মিশ্রিতাবস্থায় থাকিলে উহাকে একটি মিশ্র-পদার্থ কহে। মিশ্রণ এবং রাসায়নিক মিলন এতদুভয়ের মধ্যে প্রভেদ এই যে কোন

মিশ্রণ হইতে মিশ্রিত পদার্থগুলিকে সহজেই পৃথক্ করা বাইতে পারে, ইহা দ্বারা কোন নূতন বস্তুর উৎপত্তি হয় না ; কিন্তু যে সকল পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তাহাদিগকে সহজে কোন মতে পৃথক্ করা বাইতে পারে না, কেননা উহাদিগের পরস্পর মিলনে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মীক্রান্ত এক বা বহু নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় ।

৮ম পরীক্ষা।—লৌহচূর্ণ (Iron filings) ও গন্ধক একত্রে হামামৃদিতা দ্বারা গুঁড়া কর । পরে এই মিশ্র পদার্থ একখানি কাগজের উপর রাখিয়া একখণ্ড চুম্বক (Magnet) উহার নিকট ধারণ করিলে লৌহকণা সকল চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া মিশ্র-পদার্থ হইতে পৃথক্ হইয়া চুম্বকে সংলগ্ন হয় । এ স্থলে দুইটি পদার্থ কেবল মিশ্রিতাবস্থায় ছিল বলিয়া এত সহজে ইহাদিগকে পরস্পর হইতে পৃথক্ করা যায় ।

৯ম পরীক্ষা।—৪ ভাগ গন্ধক ও ৭ ভাগ লৌহচূর্ণ একত্রে মিশ্রিত করতঃ একটা পরীক্ষা-নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর । উত্তাপ সংযোগে এই দুই পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া সল্ফাইড অব্ আয়রন্ (Sulphide of Iron) নামক একটা নূতন যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে । এক্ষণে পরীক্ষা-নলটা শীতল হইলে উক্ত নূতন পদার্থকে বাহির করিয়া উত্তম রূপে গুঁড়াইয়া চুম্বকের নিকট ধারণ করিলে পূর্বের স্থায় লৌহকণা আর পৃথক্ হইয়া আইসে না ।

ইহার কারণ এই যে এই পদার্থে লৌহ ও গন্ধক আর স্বতন্ত্র ভাবে অবস্থিতি করে না, পরন্তু উভয়ের রাসায়নিক সম্মিলনে এমন একটা নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় বাহা লৌহ ও গন্ধক হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মীক্রান্ত স্বতরাং লৌহের ধর্ম (অর্থাৎ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হওয়া) এই নূতন পদার্থে প্রকাশিত হয় না । এই পদার্থ হইতে লৌহ ও গন্ধক পৃথক্ করিতে হইলে নানাবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া অবলম্বন করিতে হয় ।

রাসায়নিক সম্মিলনে তাপ, আলোক, সময়ে সময়ে সশব্দ-স্ফোটন (Explosion) ও তাড়িত উৎপন্ন হয় ।

১০ম পরীক্ষা।—একটা পরীক্ষা-নলে উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিড ও জল একত্রিত কর ; এক্ষণে পরীক্ষা-নল স্পর্শ করিলে বিলম্ব উপস্থিত হয় । জলের সহিত সল্ফিউরিক্ অ্যাসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এই উত্তাপ উদ্ভূত হয় ।

১১শ পরীক্ষা।—একটা গায়ে জল রাখিয়া ক্ষুদ্র এক খণ্ড পোটাসিয়ম্ ধাতু তন্মধ্যে নিক্ষেপ করিলে প্রথমতঃ ধাতুখণ্ড এক একবার শব্দ করিয়া জলের উপরিভাগে চতুর্দিকে ঘুরিয়া বেড়ায়—পরে জ্বলিয়া উঠে ।

পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে জলকে বিল্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে এবং জলের অত্যন্ত উপাদান অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কষ্টিক পটাশ্ নামক ক্ষার পদার্থ প্রস্তুত করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনে এত অধিক তাপ উদ্ভূত হয় যে বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ বাষ্প একেবারে জলিয়া উঠে ।

১২শ পরীক্ষা—একটি জলপূর্ণ নিন্মমুখ পরীক্ষা নল দুই আরতন হাইড্রোজেন্ ও এক আরতন অক্সিজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করিয়া মুখে আলোক সংযোগ করিলে সশব্দ ফোটন (Explosion) হয়। আলোক সংযোগে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এইরূপ সশব্দ ফোটন হইয়া থাকে ।

১৩শ পরীক্ষা।—অন্ন পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ গটাশ্ (Chlorate of Potass) ও গন্ধক হামাদিস্তায় বাধিয়া সাবধানে একত্রে গুঁড়াইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সশব্দ ফোটন হয় ।

রাসায়নিক সম্মিলনে যে তাড়িত উৎপন্ন হয়, তাহা গোভ্ প্রভৃতির তাড়িত-কোষাবলী বর্ণনা সময়ে বিশদ রূপে উল্লিখিত হইয়াছে, অতএব এখানে সে বিষয়ের পুনরুল্লেখ নিম্নয়োজন ।

পদার্থ অবিনাশী—হুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে উহাদিগের আকৃতি গত পরিবর্তন হয় মাত্র, কোনটা একেবারে নষ্ট বা ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না। একটি মোম বাতি জ্বালাইয়া রাখিলে কিয়ৎক্ষণ পরে উহা পুড়িয়া নিঃশেষ হইয়া যায়, ইহাতে স্বতঃই মনে উদয় হইতে পারে যে আলোক সংযোগে মোমবাতির ধ্বংস সাধিত হয়। কিন্তু পরীক্ষা করিয়া দেখিলে জানা যায় যে, যে সকল উপাদানে (অক্সার ও হাইড্রোজেন্) মোম বাতি গঠিত, তাহার পুড়িবার সময় অবস্থাস্থর প্রাপ্ত হইয়া এরূপ ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে যে উহাদিগকে আমরা সহজে উপলব্ধি করিতে পারি না, সুতরাং মনে হয় যে বাতিটা পুড়িয়া একেবারে নষ্ট হইয়া যায় ।

১৪শ পরীক্ষা।—একটি শুষ্ক, বায়ুপূর্ণ, আরতমুখ বোতলের মধ্যে একটি জলন্ত বাতি কিয়ৎক্ষণের জন্য রাখিয়া বাহির করতঃ, লুচ্ছ চূণের জল বোতলের মধ্যে ঢাল এবং উত্তম রূপে আলোড়ন কর; উহা ভৎক্ষণাৎ দুষ্কর স্বায়ত্তস্বৰ্ণ ধারণ করিবে ।

বায়ুপূর্ণ অপর একটি বোতলে চূণের জল ঢালিয়া আলোড়ন করিলে এরূপ পরিবর্তন সংঘটিত হয় না। ইহার কারণ এই যে মোম বাতির প্রধান উপাদান

অঙ্গার বা কার্বন্; বাতিটী পুড়িবার সময় কার্বন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্ বাষ্প উৎপাদন করে। এই বাষ্পের ধর্ম এই যে ইহা চুণের জলের সহিত একত্রিত হইলে চাখড়ি প্রস্তুত হয়, একারণ স্বচ্ছ চুণের জল কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্ বাষ্প সংযোগে স্বেতবর্ণ ধারণ করে।

নিম্নলিখিত কয়েকটি পরীক্ষা দ্বারা মোম বাতির উপরোক্ত দুইটি উপাদান নির্ণীত হইয়া থাকে।

১৫শ পরীক্ষা।—একটি মোমবাতি জ্বালাইয়া উহার শিখার উপর একখণ্ড সাদা কাগজ ধারণ করিলে ঐ কাগজের উপর ভূষা পড়ে—ইহা অঙ্গারের রূপান্তর মাত্র; এই পরীক্ষা দ্বারা কার্বন্ যে মোমবাতির একটি উপাদান, তাহা সহজেই প্রমাণিত হয়।

কার্বন্ ব্যতীত হাইড্রোজেন্ মোমবাতির আর একটি উপাদান। বাতি পুড়িবার সময় হাইড্রোজেন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল উৎপাদন করে।

১৬শ পরীক্ষা।—মোমবাতিটী জ্বালাইয়া একটি শুষ্ক কাচের গেলাস দ্বারা উহার জলন্ত শিখা ক্ষণকালের জন্য আবৃত করিয়া রাখিলে গেলাসের অভ্যন্তরে জলবিন্দু জমিয়া থাকিতে দেখা যায়।

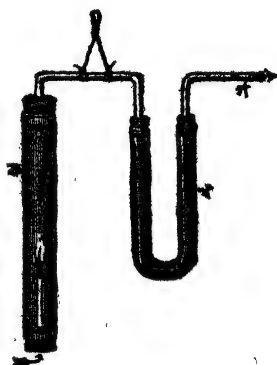
ইহার কারণ এই যে বাতি পুড়িবার সময় উহার অন্ততর উপাদান হাইড্রোজেন্ বাষ্প বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অদৃশ্য বাষ্পাকারে জল প্রস্তুত করে। উক্ত জল-বাষ্প গেলাসের শীতল গাত্র স্পর্শ মাত্রে জমিয়া তরল জল বিন্দুর আকার ধারণ করে।

উপরোক্ত কয়েকটি পরীক্ষা দ্বারা জানা গেল যে মোম বাতিটী পুড়িলে নষ্ট বা ধ্বংস হয় না, কেবল উহার উপাদান (কার্বন্ ও হাইড্রোজেন্) বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে। অতঃপর যদি আমরা এইরূপে উৎপাদিত কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্ বাষ্প ও জল কৌশলক্রমে সংগৃহীত করিয়া ওজন করি, তাহা হইলে দেখিব যে বাতিটির ওজন অপেক্ষা উহাদিগের ওজনের সমষ্টি অধিক; সুতরাং বাতিটী পুড়িয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক, বরঞ্চ পুড়িবার পর উহা ওজনে বাড়িয়া যায়। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা সুন্দর রূপে প্রমাণিত হয়।

১৭শ পরীক্ষা।—১০ ইঞ্চি লম্বা এবং ৩ ইঞ্চি মোটা দুই মূল খোলা একটি কাচ-নলের (২৬ চিত্র, ক) দুই মুখই ছিপি (কর্ক) দ্বারা বন্ধ করিতে হইবে। নলের নিম্নমুখ

ছিপিতে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে যজ্ঞাঙ্গা নলের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে পারে এবং উহাদিগের মধ্যে একটি অপেক্ষাকৃত বড় ছিদ্র থাকে—উহাতে একটি ছোট বাতি সংলগ্ন থাকিয়া নলের অভ্যন্তরে রক্ষিত হয়। নলের উপরের মুখের ছিপিতে একটি যাত্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে, উহাতে একটি বি বক্র মুখী কাচ-নলের এক মুখ এবং উহার অপর মুখ একটি U-আকৃতির কাচনল (খ) এক মুখে ছিপি দ্বারা সংলগ্ন থাকে। U-নলের মধ্যে কটিক পটাস্ (Caustic Potash) নামক একটি নিরৈক কার-পদার্থ রক্ষিত হয়; এই পদার্থ জল এবং কার্বনিক্ গ্যাসিড বাষ্প শোষণ করিতে পাবে। U-নলের অপর মুখে আর একটি বক্র কাচনল (গ) ছিপি দ্বারা সংযুক্ত থাকে। একগুণে বাতি সমেত এই সমস্ত যন্ত্রটি ওজন করিয়া উহা ওজন লিখিয়া রাখিতে হইবে। পরে বাতিটি

জ্বালাইয়া সমস্ত নলের মধ্যে পুনঃপ্রবিষ্ট করতঃ গ-নলের অপর মুখে গ্যাস্পিরেটর্ নামক জলপূর্ণ একটি যন্ত্র বদ্বারের নল দ্বারা সংযুক্ত করিয়া জল ছাড়িয়া দিলে জলপতনের সঙ্গে সঙ্গে তদভ্যন্তরে বায়ু প্রবিষ্ট হইতেই হইবে, কিন্তু বায়ু প্রবেশের অপর কোন পথ না থাকিতে পূর্কোক্ত কাচ নলের (ক) নিম্ন মুখের ছিপির ছিদ্র দ্বাৰা বায়ু অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে যতরাং বাতিটি নিবিয়া যাইবে না—বরাবর জ্বলিতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎকণ বাতিটি জ্বলিলে পর উহা নিবাইয়া যন্ত্রটি



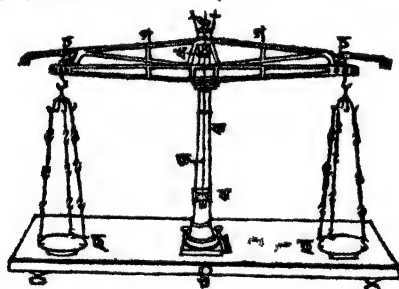
২৬শ চিত্র ।

গ্যাস্পিরেটর্ হইতে বিযুক্ত করতঃ শীতল হইবার পর ওজন করিলে দেখা যায় যে উহা পরীক্ষার পূর্বে যে ওজনের ছিল তাহা অপেক্ষা ভারী হইয়াছে। একপ ভারী হইবার কারণ এই যে জলন্ত মোমবাতির কার্বন্ ও হাইড্রো-জেন্ বায়ুরিভ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপাদন করে; এইরূপে মিলিত অক্সিজেনের ভার দ্বারা উহাদিগের পূর্ব ভারের বৃদ্ধি সাধন হয় যতরাং পরীক্ষার পর যন্ত্রটির ওজন পূর্বাংগে অধিক হয়। পূর্কোক্ত U-নলহিত কটিক পটাস্ উৎপাদিত কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প ও জল শোষণ করিয়া লয়।

উপরোক্ত পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে কোন পদার্থেরই অংশ নাই—রাসায়নিক মিলনে উহাদিগের জ্বালায় ও ধর্মগত পরিবর্তন সাধিত হয় না। কথ্যতঃ দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া যে নুতন পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার ওজন উপাদানভূত আদিপদার্থদিগের ওজনের সমষ্টির সহিত সমান।

**তুলাদণ্ড (Scales)**—এইরূপে পদার্থের উপাদান-তত্ত্ব নিরূপণ করিতে হইলে সর্বদা ওজন করিবার প্রয়োজন হয়। সচরাচর খাদ্য দ্রব্য অথবা প্রয়োজনীয় অন্যান্য পদার্থ ওজন করিবার জন্য যে সকল তুলাদণ্ড ব্যবহৃত হইয়া থাকে, রাসায়নিক-তত্ত্ব-নিরূপক সূক্ষ্ম ভার নির্ণয়ের পক্ষে তাহারা সম্পূর্ণ অসুপযোগী। রাসায়নিক কার্যের নিমিত্ত যে তুলাদণ্ড ব্যবহৃত হয়, তাহাকে কেমিক্যাল ব্যালান্স্ (Chemical Balance) কহে; ইহা দ্বারা এক গাছি চুলেরও সূক্ষ্ম ভার নির্ণয় করিতে পারা যায়। নিম্নে এইরূপ তুলাদণ্ডের একটি চিত্র প্রদর্শিত হইল।

একটি পিত্তলের দণ্ড (২৭শ চিত্র, ক) লম্বমানভাবে একটি কার্টের বাস্ক বা আধারের উপর দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং উহার শীর্ষদেশে অ্যাগেট্ (Agate) নামক একখণ্ড ক্ষুদ্র সমতল অতি মসৃণ চতুর্কোণ প্রস্তর সংলগ্ন থাকে। এই লম্বমান পিত্তলের দণ্ডকে ইংরাজীতে ষ্টেম্ (Stem) কহে। অপর একটি সরু পিত্তলের দণ্ডের (গ, গ) নিম্নভাগে ঠিক মধ্যস্থলে ত্রিকোণাকার আর এক খণ্ড



২৭শ চিত্র।

অ্যাগেট্ (খ) সংলগ্ন থাকে এবং এই শেখোক্ত দণ্ডটি আড়াআড়ি ভাবে প্রথমোক্ত লম্বমান দণ্ডের উপর এরূপে রক্ষিত হয় যে একের অ্যাগেট্ অপরের অ্যাগেটের উপর অবস্থিতি করে। এবশ্রকারে স্থাপিত হইবার কারণ এই যে ইহা অতি সহজেই উভয় পার্শ্বে উঠিতে বা নামিতে পারে। এই আড়াভাবে স্থাপিত দণ্ডকে ইংরাজীতে বীম্ (Beam) কহে—চলিত ভাষায় ইহাকে “দাঁড়ি” বলে। এই দাঁড়ির দুই প্রান্তের উপরিভাগে দুইখানি ত্রিকোণ অ্যাগেট্ (চ, চ) সংলগ্ন ও উহাদিগের উপরে অপর দুইখানি সমতল চতুর্কোণ অ্যাগেট্ স্থাপিত থাকে—এই শেখোক্ত অ্যাগেট্‌দ্বয় হইতে সূত্র বা তাঁর দ্বারা দুইখানি পিত্তল বা অন্তর্ধানী নির্মিত



পালা ( ছ, ছ ) কুলিতে থাকে । ইহাকে ইংরাজীতে প্যান্ (Pan) কহে । দাঁড়ির ঠিক মধ্যস্থলে গোঁহনির্ধিত লব্ধমান ক্রমশঃ স্ফাগ্র একটি কাঁটা (জ) আবদ্ধ থাকে এবং উহার অগ্রভাগ প্রথমোক্ত লব্ধমান দণ্ডের (Stem) নিম্ন প্রদেশে সংলগ্ন কুল সমানান্ত্রে বিভক্ত একখানি পিত্তল বা অস্থি ফলকের (ঝ) ঠিক মধ্যস্থলে অবস্থিতি করে । এই কাঁটা ও ফলককে ইংরাজীতে যথাক্রমে ইণ্ডেক্স (Index) ও স্কেল (Scale) বলে । কোন পদার্থ ওজন করিতে হইলে উহাকে বাম-দিকস্থ পালার উপর রাখিয়া দক্ষিণদিকের পালার উপর বাটখারা (Weights) চাপাইয়া দিতে হয় । যতক্ষণ উভয়দিকের ওজন সমান না হয়, ততক্ষণ যে দিক্ ভারি, কাঁটাটি স্কেলের উপর তাহার বিপরীত দিকে সরিয়া যায় । যখন উভয় দিকের ভার সমান হয় অর্থাৎ পদার্থটির ঠিক ওজন হয়, তখন কাঁটাটি কিয়ৎক্ষণ এদিক ওদিক করিলেও অবশেষে স্কেলের ঠিক মধ্যস্থলে আসিয়া স্থির ভাবে অবস্থিতি করে, এবং তখনই আমরা জানিতে পারি যে, যে বাটখারা গুলি দক্ষিণ পালার রক্ষিত হইয়াছে, তাহারাই উক্ত পদার্থের যথার্থ ওজন ।

এই তুলাদণ্ড নির্মাণে এতগুলি য্যাগেট প্রস্তর ব্যবহার করিবার কারণ এই যে এতদ্বারা পিত্তলের লব্ধমান দণ্ড ও তদুপরি আড়াআড়ি ভাবে স্থিত দাঁড়ি, এবং দাঁড়ি ও পালা, এই সকলের সন্ধিস্থলে পরস্পরে ঘর্ষিত হইবার কোন সম্ভাবনা থাকে না । ঘর্ষণ যতই কম হয়, পালাটি তত সামান্য ভারেই এক দিকে ঝুঁকিয়া পড়ে এবং এইরূপে অতি লঘু পদার্থেরও ওজন নির্দেশ করিতে সক্ষম হয় ।

য্যাগেট অতি মন্থণ ও পিচ্ছিল, এজন্ত পিত্তলের দাঁড়িটি দণ্ডের উপর এবং পালা দুইখানি দাঁড়ির উপর অতি সামান্য ভারেই এদিক ওদিক নড়িতে থাকে । দুই খানি য্যাগেট সর্বদা পরস্পর স্পর্শ করিয়া থাকিলে ঘর্ষণ দ্বারা উহাদিকের মন্থণতা মষ্ট হইবার সম্ভাবনা এবং এইরূপে তুলাদণ্ডের সূক্ষ্ম ওজন ক্ষমতা ক্রমশঃ নষ্ট হইয়া যায়, এজন্ত কোশলক্রমে দাঁড়ি ও পালা দুইখানি উন্মোচিত করিয়া য্যাগেট প্রস্তরগুলি পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয় ; ওজন করিবার সময় নিম্নস্থ পিত্তলের ঢাকাখানি (২৭শ চিত্র, ট) দক্ষিণ দিকে খুঁরাইলে উহার ঝ ঝ নির্দিষ্ট স্থানে আসিয়া অবস্থিতি করে ; ওজন শেষ হইলে ঢাকাখানি বিপরীত দিকে খুঁরাইয়া উহাদিককে পূর্ববৎ পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয় ।

**পরিমাপ ও ওজন ( Measures and Weights )**—পদার্থের দৈর্ঘ্য (Length), বিস্তৃতি (Area) এবং আয়তন (Volume) নিরূপণ করিবার জন্য যে প্রণালী মতে মাপ করা হয়, ইংরাজীতে তাহাকে মিট্রিক পরিমাপ প্রণালী (Metric System of Measures) কহে। এই প্রণালী প্রথমতঃ ফ্রান্স দেশে প্রচলিত হয়, এজন্ত ইহাকে ফরাসী পরিমাপ-প্রণালী (French System of Measures) কহে। এক্ষণে সমগ্র বৈজ্ঞানিক জগতে এই প্রণালী মতে পদার্থের পরিমাণ নির্দিষ্ট হইয়া থাকে।

এই প্রণালী ব্যবহারের সুবিধা এই যে, যে মাপটা একক (Unit) বলিয়া গৃহীত হয়, তাহাকে দশ, শত বা সহস্র গুণ করিয়া এককের উর্দ্ধতন মাপ নির্দিষ্ট হয় এবং দশ, শত বা সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করিয়া একক অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দিষ্ট হইয়া থাকে। এইরূপে পদার্থের মাপ দশমিক অঙ্কে (Decimal) লিখিত হয়, এজন্ত বৃহৎ বৃহৎ গুণ ও ভাগ করিবার প্রয়োজন হয় না—অতি অল্প সময়ে ও সহজে অঙ্ক করা যায়।

এই প্রণালী মতে ১ মিটার (meter) দৈর্ঘ্যের একক মাপ (Unit) রূপে গৃহীত হয়; ১ মিটারের পরিমাণ ৩৯.৩৭ ইঞ্চি। ১ মিটারকে ১০, ১০০ ও ১০০০ সমান অংশে বিভক্ত করা যায়; এই সকল সংখ্যা দ্বারা এক মিটার অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দিষ্ট হইয়া থাকে। মিটারের দশাংশকে এক ডেসিমিটার (Decimeter), শতাংশকে এক সেন্টিমিটার (Centimeter) এবং সহস্রাংশকে এক মিলিমিটার (Millimeter) কহে। অপরন্তু মিটারের উর্দ্ধতন পরিমাণ নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে দশ, শত বা সহস্র সংখ্যা দ্বারা গুণ করিতে হয়। ১০ মিটারকে এক ডেকামিটার (Decameter), ১০০ মিটারকে এক হেক্টোমিটার (Hectameter) এবং ১০০০ মিটারকে এক কিলোমিটার (Kilometer) কহে।

পদার্থের বিস্তৃতির (দৈর্ঘ্য  $\times$  প্রস্থ) পরিমাপ করিতে হইলে এক বর্গ-মিটার (Square Meter) একক রূপে গৃহীত হয়। বর্গ মিটারকে মিটারের দ্বারা দশ, শত বা সহস্র সমান অংশে বর্ধাক্রমে বর্গ ডেসিমিটার, বর্গ সেন্টিমিটার ও বর্গ মিলিমিটারে বিভক্ত করা যায়, এবং দশ, শত বা সহস্র গুণ করিলে বর্ধাক্রমে বর্গ ডেকামিটার, বর্গ হেক্টোমিটার ও বর্গ কিলোমিটার হইয়া থাকে।

পদার্থের আয়তন (দৈর্ঘ্য  $\times$  প্রস্থ  $\times$  উচ্চতা) পরিমাণ করিতে হইলে এক ঘন মিটার (Cubic Meter) একক রূপে গৃহীত হয়। বর্গ মিটার যেরূপ বর্গ-ডেসিমিটার, বর্গ সেন্টিমিটার, বর্গ মিলিমিটার প্রভৃতি ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত হয়, ঘনমিটারও সেইরূপ ঘন ডেসিমিটার, ঘন সেন্টিমিটার এবং ঘন মিলিমিটারে বিভক্ত হইয়া থাকে। পুনশ্চ দশ ঘন মিটারে এক ঘন ডেকামিটার, একশত ঘন মিটারে এক ঘন হেক্টোমিটার, এবং এক সহস্র ঘন মিটারে এক ঘন কিলোমিটার হইয়া থাকে।

পদার্থের মাপ ও ওজন একত্বভয়ের মধ্যে সম্বন্ধ রাখিবার জন্ত  $8^{\circ} \text{C}$  তাপ-মাত্রায় এক ঘন সেন্টিমিটার পরিমিত পরিষ্কৃত জল প্যারিস্ নগরীতে ওজন করিয়া উক্ত ওজন একক রূপে গৃহীত হয়। ওজনের এই একককে এক গ্রাম্ কহে, ইহা ১৫.৪৩৯ গ্রেণের সহিত সমান। মিটারের স্থায় এক গ্রাম্কেও দশ, শত ও সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করা যায়;  $\frac{1}{10}$  গ্রাম্কে এক ডেসি-গ্রাম্,  $\frac{1}{100}$  গ্রাম্কে এক সেন্টিগ্রাম্, এবং  $\frac{1}{1000}$  গ্রাম্কে এক মিলিগ্রাম্ কহে; পুনশ্চ দশ গ্রাম্কে এক ডেকাগ্রাম্, এক শত গ্রাম্কে এক হেক্টোগ্রাম্ ও এক সহস্র গ্রাম্কে এক কিলোগ্রাম্ হইয়া থাকে।

সচরাচর তরল ও বাষ্পীয় পদার্থের আয়তন পরিমাণের নিমিত্ত লিটার্ (Liter) নামক একটা মাপ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ১ লিটার্ ১০০০ ঘন সেন্টিমিটার্ অথবা ১৫ পাইন্টের সহিত সমান।  $0^{\circ} \text{C}$  ও সহজ বায়ু-চাপে এক লিটার্ হাইড্রোজেনের ওজন ০.০৮৯৬ গ্রাম্। যাবতীয় বাষ্পীয় পদার্থের ওজন নির্ণয় করিতে হইলে তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যাকে এই অঙ্ক দ্বারা গুণ করিতে হয়। নাইট্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪, সুতরাং ১ লিটার্ নাইট্রোজেনের ওজন  $= ১৪ \times ০.০৮৯৬ = ১.২৫৪৪$  গ্রাম্।

ওজনের জন্য দুই প্রকার বাট্‌থার ব্যবহৃত হয়, একটীর নাম গ্রাম্ (Gramme) ও অপরটী গ্রেণ (Grain) বাট্‌থার বলিয়া পরিচিত। গ্রেণ অপেক্ষা গ্রাম্ বাট্‌থার ব্যবহার সমধিক প্রচলিত এবং উহা মিট্‌ক পরিমাণ প্রণালীর অঙ্গভূত বলিয়া পদার্থের ওজন উল্লেখ করিবার সময় আমরা গ্রাম্ ওজন ব্যবহার করিব।

**পদার্থ**—ইঞ্জির গ্রাহ্য বস্তু মাজেই পদার্থ নামে অভিহিত। পদার্থ সকল প্রধানতঃ দুই ভাগে বিভক্ত যথা—

১ম। রূঢ় বা মূল পদার্থ (Elements)

২য়। যৌগিক পদার্থ (Compounds)

যে সকল পদার্থকে বিশ্লিষ্ট করিয়া অত্র পদার্থ উৎপন্ন করিতে পারা যায় না, তাহাদিগকে রূঢ় বা মূল পদার্থ কহে। লৌহ, পারদ, সীস প্রভৃতি এক একটা মূল পদার্থ। কোন রূপ ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তি দ্বারা আজি পর্যন্ত এই মূল পদার্থগুলি বিশ্লিষ্ট হইয়া সূক্ষ্মতর ভিন্নধর্মাক্রান্ত পদার্থে পরিণত হয় নাই। ইহাদিগকে যতই সূক্ষ্মভাগে বিভক্ত করা যাউক না কেন ইহারা সর্বদা স্বধর্ম বিশিষ্ট থাকে।

যে সকল পদার্থকে ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তির সাহায্যে ছই বা ততোধিক মূল পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে, তাহাদিগকে যৌগিক পদার্থ বলে। দোহিত পারদ অক্সাইড্ একটা যৌগিক পদার্থ; ইহা তাপ সংযোগে পারদ ও অক্সিজেন্ নামক দুই মূল পদার্থে বিভক্ত হইয়া যায় তাহা ইতি পূর্বেই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণীকৃত হইয়াছে। আমরা যে লবণ প্রতি দিন খাদ্যের সহিত মিশ্রিত করিয়া ভক্ষণ করি, তাহাও একটা যৌগিক পদার্থ; রাসায়নিক-প্রক্রিয়া দ্বারা উহাকে সোডিয়াম্ (Sodium) নামক ধাতব মূল পদার্থ ও ক্লোরিন্ (Chlorine) নামক অধাতব বায়বীয় পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে। এইরূপে ছই বা ততোধিক মূল পদার্থ রাসায়নিক শক্তি দ্বারা সম্মিলিত হইলে যৌগিক পদার্থ সৃষ্ট হয়।

একাল পর্যন্ত ৭০টা মূল পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে; কিন্তু যৌগিক পদার্থের সংখ্যা করা যায় না।

এই সকল মূল পদার্থ সাধারণতঃ ছই শ্রেণীতে বিভক্ত, যথাঃ—

১। ধাতব মূল পদার্থ (Metals)

২য়। অধাতব মূল পদার্থ (Non-metals)

স্বর্ণ, রৌপ্য, দস্তা, পোটাসিয়াম্, প্ল্যাটিনাম্, টিন প্রভৃতি ৫০টা ধাতব মূল পদার্থ। কতকগুলি বিশেষ বিশেষ গুণ বা ধর্ম ইহাদের প্রত্যেকের মধ্যেই অল্প বা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। ধাতব পদার্থ মাত্রই উত্তম তাপ ও তাড়িত পরিচালক (Conductor of heat and electricity), ধাতব উজ্জ্বল্য (Metallic lustre) সম্পন্ন ও অস্বচ্ছ (Opaque); কিন্তু কতকগুলি অধাতব পদার্থের মধ্যেও এই সকল লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যায়—যেমন গ্রাফাইট্ (Graphite),

আর্সেনিক (Arsenic) ইত্যাদি। পারদ ব্যতীত সকল ধাতব পদার্থই নিরেট (solid), পারদ তরল পদার্থ।

এ পর্যন্ত অবাভব মূল পদার্থের সংখ্যা ১৫টি মাত্র ছিল, সম্ভ্রুতি আর্গন (Argon) এবং হিলিয়ম (Helium) নামক দুইটি নূতন পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়া ইহারা সংখ্যার ১৭টি হইয়াছে। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি নিরেট, একটা তরল এবং অবশিষ্ট গুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে। গন্ধক, আর্সেনিক প্রভৃতি মূল পদার্থগুলি নিরেট, ব্রোমিন (Bromine) নামক মূল পদার্থ তরল অবস্থায় থাকে এবং অক্সিজেন, হাইড্রোজেন প্রভৃতি পদার্থগুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে।

সাক্ষেতিক চিহ্ন (Chemical Symbols)—মূল পদার্থের নাম প্রত্যেকবারে লিখিতে হইলে অসুবিধা হয় বলিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা কতকগুলি সাক্ষেতিক চিহ্নের সৃষ্টি করিয়াছেন। এই চিহ্ন দেখিলেই মূল পদার্থগুলি অনুব্রিত হয়। নামের আদ্যক্ষর অথবা প্রথম ও অন্ত একটা অক্ষর লইয়া এই সকল সাক্ষেতিক চিহ্ন প্রস্তুত হইয়াছে। O অক্সিজেনের আদ্যক্ষর, এই O লিখিলেই অক্সিজেন বুঝায়। K লিখিলে পোটাসিয়ম নামক একটা ধাতব পদার্থ বুঝায়, এস্থলে K পোটাসিয়মের ল্যাটিন নাম ক্যালিয়মের (Kalium) প্রথমবর্ণ। জিঙ্ক (Zinc) লিখিতে হইলে Zn লিখিলেই চলে।

এইরূপে একটা বৌগিক পদার্থের গঠন দেখাইতে হইলে যে যে মূল পদার্থ দ্বারা উহা নিৰ্মিত, সেই সেই উপাদান গুলির সাক্ষেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলেই উহা বোধগম্য হইয়া থাকে। হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ একটা বৌগিক পদার্থ, ইহা হাইড্রোজেন (H) এবং ক্লোরিন (Cl) এই দুই মূল পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন হইয়া থাকে; অতএব এই দুই মূল পদার্থের সাক্ষেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলেই হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ বুঝায়, যথা—HCl

দুই বা ততোধিক মূল বা বৌগিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ দেখাইতে হইলে পদার্থগুলির সাক্ষেতিক চিহ্ন লিখিয়া মধ্যে এক একটা বোঁগ চিহ্ন (+) দিতে হয়; ইহাভে এই বুঝায় যে উক্ত পদার্থগুলির অণু (Molecules) পরস্পর অতি সান্নিধ্যে থাকিয়া মিলিত হইতেছে। এইরূপ সংযোগকে ইংরাজীতে

রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া (Chemical Re-action) কহে। এই রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া দেখাইতে হইলে উপাদান ও উৎপন্ন পদার্থের মধ্যে একটি সমচিহ্ন (=) দিতে হয়; যথা,  $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

এখানে ইহাই বুঝাইতেছে যে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের অণু পরস্পর মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (Hydrochloric Acid,  $HCl$ ) উৎপন্ন হয়। এইরূপে যাবতীয় রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া প্রদর্শিত হইয়া থাকে; ইহাকেই রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical Equation) কহে।

পরমাণু ও অণু (Atoms and Molecules)—কল্পনা দ্বারা মূল পদার্থকে বতদূর ক্ষুদ্রতম অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে তাহার প্রত্যেকটিকে পরমাণু কহে। যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রাংশের নাম অণু; এই অণু দুই বা ততোধিক বিভিন্ন মূল পদার্থের পরমাণুর সমষ্টি দ্বারা গঠিত। রাসায়নিক পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে কোন মূল পদার্থের পরমাণু কদাচ একাকী থাকিতে পারে না, দুই বা ততোধিক একত্রে মিলিত হইয়া থাকে; এইরূপ পরমাণুর সমষ্টিকেও অণু কহে।

পারমাণবিক গুরুত্ব (Atomic Weight)—পরমাণু কল্পনাতীত ক্ষুদ্র হইলেও প্রত্যেকের কিয়ৎপরিমাণ ভার আছে ইহাকেই পারমাণবিক গুরুত্ব কহে।

হাইড্রোজেন সর্বাপেক্ষা লঘু বলিয়া পরমাণুর ভার নির্দেশের সময় ইহার পরমাণুই আদর্শ (Standard) বলিয়া গৃহীত হয়। হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভার ১ নির্দিষ্ট হইয়া থাকে—১ বলিলে কোন বিশেষ ওজনের, পরিমাণ বুঝায় না, এতদ্বারা ১ গ্রেন বা ১ গ্রাম, ১ সের বা ১ মণ সকলই বুঝাইতে পারে।

অপরূপ সকল মূল পদার্থের পরমাণুর ভার হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভারের সহিত তুলনা করিয়া স্থিরীকৃত হইয়াছে। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে অক্সিজেনের পরমাণু হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা ১৫.৯৬ গুণ ভারী, এজেন্স অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৫.৯৬ বলিয়া নির্দিষ্ট হয়।

এইরূপ সকল মূল পদার্থেরই এক একটি নির্দিষ্ট পারমাণবিক গুরুত্ব আছে। পর পৃষ্ঠায় মূল পদার্থ সকলের নাম, সাঙ্কেতিক চিহ্ন ও পারমাণবিক গুরুত্ব প্রদর্শিত হইল :—

## ১। অধাতব মূল পদার্থ (১৭)।

পদার্থ	Name	বাঙ্গালা নাম	সাঙ্কেতিক চিহ্ন	পারমাণবিক ওজন
* অক্সিজেন্	Oxygen	অক্সিজেন	O	১৫.৯৬
* হাইড্রোজেন্	Hydrogen	উদজেন	H	১.০
* নাইট্রোজেন্	Nitrogen	বহুকারজেন	N	১৪.০১
* কার্বন্	Carbon	অঙ্গার	C	১২.০১
* বোরণ্	Boron	টকুনক	B	১১.০
* সিলিকন্	Silicon	সিকতক	Si	২৮.০
* সল্ফ্যুর্	Sulphur	গন্ধক	S	৩২.০৬
সিলিনিয়াম্	Selenium	উপগন্ধক	Se	৭৮.০
টেলুরিয়াম্	Tellurium	অমুগন্ধক	Te	১২৭.০
ফসফরাস্	Phosphorus	প্রাকুরক বা দীপক	P	৩১.০৬
* আর্সেনিক্	Arsenic	হরিভালজেন	As	৭৫.০
* ফ্লুরিন্	Flourine	কাচাতক	F	১৯.০
* ক্লোরিন্	Chlorine	হরিভীন	Cl	৩৫.৫০
* ব্রোমিন্	Bromine	পুতিন	Br	৭৯.৯৫
* আইওডিন্	Iodine	অরুণক	I	১২৬.৫০
হিলিয়াম্	Helium	...	...	...
আর্গন	Argon	...	...	...

হিলিয়াম্ ও আর্গন নামক দুইটা বাষ্পীয় মূল পদার্থ লর্ড র্যালো ও অধ্যাপক রায়ল্জ কর্তৃক সম্প্রতি আবিষ্কৃত হইরাছে। কিন্তু ইহাদ্বয়ের প্রকৃতি ও বর্ণ সম্বন্ধে সবিশেষ তথ্য এ পর্যন্ত নির্ণীত হয় নাই এজন্য এই দুইটা পদার্থের আলোচনা আপাততঃ নিষ্পয়োজনীয়।

পদার্থ	Name	বাঙ্গালা নাম	সংকেতিক চিহ্ন	পারমাণবিক ভর
* পোটাসিয়াম্	Potassium	কায়ক	K	৩৯.১০
* সোডিয়াম্	Sodium	নবণক	Na	২২.৯৯
লিথিয়াম্	Lithium		Li	৭.০১
সেসিয়াম্	Cesium		Cs	১৩৩.০
রুবিডিয়াম্	Rubidium		Rb	৮৫.২
* বেরিয়াম্	Barium		Ba	১৩৬.৮
* স্ট্রনশিয়াম্	Strontium		Sr	৮৭.২
* ক্যালসিয়াম্	Calcium	চূর্ণপ্রদ	Ca	৪০.৯
* ম্যাগনেসিয়াম্	Magnesium	স্ববজ	Mg	২৪.৩
* অ্যালুমিনিয়াম্	Aluminium	ফটিকরিশ্রদ	Al	২৭.০
গ্যালিয়াম্	Gallium		G	৬৯.৮
জার্মেনিয়াম্	Germanium		Ge	৭২.৭৫
গ্লিসিয়াম্	Glucinum		Gi	
বা	or		or	
বেরিলিয়াম্	Beryllium		Be	৯.০১
জারকোনিয়াম্	Zirconium		Zr	৯১.৪
থোরিয়াম্	Thorium		Th	২৩২.০
ইট্রিয়াম্	Yttrium		Y	৮৯.৯
এরবিয়াম্	Erbium		E	১৬৮.০
ইটারবিয়াম্	Ytterbium		Yb	১৭৩.০২
স্ক্যান্ডিয়াম্	Scandium		Sc	৪৪.০
সেরিয়াম্	Cerium		Ce	১৩৯.৯
ল্যান্থেনাম্	Lanthanum		La	১৩৮.০
ডাইডিমিয়াম্	Didymium		D	১৪২.০
নিওবিয়াম্	Niobium		Nb	৯৪.০
জিংক	Zinc	বজা	Zn	৬৫.১
নিকেল	Nickel		Ni	৫৮.৬
কোবাল্ট	Cobalt		Co	৫৮.৯
আরকন	Iron	লৌহ	Fe	৫৫.৯



পদার্থ	Name	বাঙ্গালি নাম	সাহিত্যিক চিহ্ন	পারমাণবিক ভর
* ম্যাঙ্গানীজ	Manganese		Mn	৫৫.০
* ক্রোমিয়াম	Chromium		Cr	৫২.০
* ক্যাডমিয়াম	Cadmium		Cd	১১২.০
* ইউরেনিয়াম	Uranium		U	২৩৮.০
* ইন্ডিয়াম	Indium		In	১১৫.০
* কপার	Copper	তাম্র	Cu	৬৩.৫
* বিস্মাথ	Bismuth		Bi	২০৮.৯
* লেড	Lead	সীস	Pb	২০৬.৯
* থ্যালিয়াম	Thallium		Tl	২০৪.৩
* টিন	Tin	রক্ত বা রক্ত	Sn	১১৮.৮
* টিটানিয়াম	Titanium		Ti	৪৮.০
* ট্যাংটালাম	Tantalum		Ta	১৮২.০
* মলিবডেনাম	Molybdenum		Mo	৯৫.৯
* টাংস্টেন	Tungsten		W	১৮৬.০
* ভ্যানাডিয়াম	Vanadium		V	৫১.২
* অ্যান্টিমনি	Antimony	রসায়নপ্রদ	Sb	১২০.০
* মার্কারি	Mercury	পারদ	Hg	২০০.৬
* সিলভার	Silver	রৌপ্য	Ag	১০৭.৮৬
* গোল্ড	Gold	স্বর্ণ	Au	১৯৬.৯
* প্ল্যাটিনাম	Platinum	অক্সিডিকাকন	Pt	১৯৫.০
* প্যালাডিয়াম	Palladium		Pd	১০৬.২
* রোডিয়াম	Rhodium		Rh	১০১.১
* রুথেনিয়াম	Ruthenium		Ru	১০১.০
* অস্মিয়াম	Osmium		Os	১৯৩.০
* আইরিডিয়াম	Iridium		Ir	১৯২.২
* ডেভিয়াম	Davyum		Da	১৫৩.৫

দ্রব্য

যে সকল নামের পূর্বে ( \* ) এই চিহ্ন আছে, পদার্থ-তত্ত্ব বা  
তাহাদেরই ব্যবহার অধিকতর দেখিতে পাওয়া যায় ।

পারমাণবিক গুরুত্ব ভগ্নাংশে থাকিলে অল্প কসিবার অল্পবিধা হয়, এজন্য অল্প কসিবার সময় অক্সিজেন্ প্রভৃতি পদার্থের ভগ্নাংশ ব্যবহৃত না হইয়া অব্যবহিত পূর্ব বা পরবর্তী পূর্ণ সংখ্যা পারমাণবিক গুরুত্ব বলিয়া গৃহীত হইয়া থাকে—যথা অক্সিজেন্ ১৫.৯৬ না ধরিয়া ১৬ ধরা যায়; এইরূপে কার্বনের ১১.৯৭ স্থানে ১২, নাইট্রোজেনের ১৪.০১ স্থানে ১৪, ব্রোমিনের ৭৯.৭৫ স্থানে ৮০, পোটাসিয়মের ৩৯.০৪ স্থানে ৩৯ এবং পারদের ১৯৯.৮ স্থানে ২০০ ধরা যায় ।

কতকগুলি মূল পদার্থ পৃথিবীর মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; কিন্তু অল্প কতকগুলি মূল পদার্থ এত অল্প পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায় যে তাহাদিগের প্রকৃতি ও ধর্ম সম্বন্ধীয় যাবতীয় তত্ত্ব এ পর্যন্ত সম্পূর্ণরূপে অবগত হইতে পারা যায় নাই । ভূ-স্তর ( Crust of the Earth ) মধ্যে অক্সিজেন্ ও সিলিকন্ অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে । প্রত্যেক ৯ ভাগ জলে ৮ ভাগ এবং প্রতি ৫ ভাগ বায়ুতে প্রায় ১ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ দেখিতে পাওয়া যায় । উদ্ভিদ ও জীব-দেহ মধ্যে কার্বনের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক—ইহা ব্যতীত হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরাপর মূল পদার্থের পরিমাণও নিতান্ত অল্প নহে ।

পূর্বে যে সাক্ষেতিক চিহ্নের উল্লেখ করা গিয়াছে, তদ্বারা মূল পদার্থের যে কেবল উপলব্ধি হইয়া থাকে তাহা নহে—উহা দ্বারা মূল পদার্থের পরমাণুর গুরুত্বও নির্দিষ্ট হইয়া থাকে । O লিখিলে যে শুদ্ধ অক্সিজেন্ বুঝায় তাহা নহে, তৎসঙ্গে উহার পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬ ও বুঝা গিয়া থাকে ।

যদি সাক্ষেতিক চিহ্নের নীচে কোন অঙ্কপাত থাকে, তাহা হইলে সাক্ষেতিক চিহ্নোক্ত পদার্থের কতগুলি পরমাণু লইয়া রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হয় তাহাই নির্দিষ্ট হইয়া থাকে ।  $H_2O$  লিখিলে হাইড্রোজেনের ২ পরমাণুর সহিত ১ পরমাণু অক্সিজেন্ মিলিত হইয়াছে বুঝায় ।

সাংযোগিক সংখ্যা বা গুরুত্ব ( Combining Number or Weight )—পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যার অঙ্কপাত ( Proportion ) অনুসারে মূল পদার্থ সমূহের পরস্পর রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইয়া যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় বলিয়া উক্ত সংখ্যাকে পদার্থের সাংযোগিক সংখ্যা বা সাংযোগিক গুরুত্ব বলে । ক্যালসিয়ম্ খাত্ত ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া দুই প্রভৃতি হয় ।

হুগের সার্বিক চিহ্ন  $\text{CaO}$  ; ইহা লিখিলে এই বুঝায় যে ক্যালসিয়মের এক পরমাণু অক্সিজেনের এক পরমাণুর সহিত মিলিত আছে। ক্যালসিয়মের পরমাণুর ভার ৪০ এবং অক্সিজেনের পরমাণুর ভার ১৬ ; যখনই এতদুভয়ের রাসায়নিক মিলন হয়, তখনই ওজনে একের ৪০ ভাগ ও অপরের ১৬ ভাগ অথবা এই দুই সংখ্যার অনুপাত অনুসারে (৪০ : ১৬) মিলিত হইতেই হইবে, ইহার ন্যূনে কখনই মিলিত হইতে পারে না অর্থাৎ পারমাণবিক গুরুত্বের অর্ধ, এক তৃতীয়াংশ, বা অন্ত কোন ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন সম্ভবে না।

**ড্যাল্টনের গুণিতক অনুপাত নিয়ম**—পরস্পর পারমাণবিক গুরুত্বের যে কোন গুণিতক (Multiple) দ্বারা রাসায়নিক মিঃ/া সংসাধিত হইতে পারে এবং গুণিতক ভেদে ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হইয়া থাকে। ইহার কারণ এই যে পরমাণু ক্ষুদ্রতর অংশে বিভাজ্য নহে বলিয়া উহার কোন ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হইতে পারে না। যখনই দুইটা মূল পদার্থের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই তাহাদিগের একের পরমাণু অপরের এক, দুই বা ততোধিক পরমাণুর সহিত (অর্থাৎ পরমাণুর যে কোন গুণিতক) একত্রে সম্মিলিত হইয়া ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক প্রস্তুত করে।

অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয় তাহারাই ইহার উত্তম দৃষ্টান্তস্থল। ২৮ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ২ পরমাণু) নাইট্রোজেন ১৬ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ১ পরমাণু) অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন মনক্সাইড (Nitrogen Monoxide,  $\text{N}_2\text{O}$ ) প্রস্তুত হয়। ২৮ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেনের সহিত ৩২ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ২ পরমাণু) অক্সিজেন মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (Nitrogen Di-oxide,  $\text{N}_2\text{O}_2$ ) প্রস্তুত হয়। এইরূপে ২৮ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেনের সহিত ৪৮ ভাগ (৩ পরমাণু), ৬৪ ভাগ (৪ পরমাণু) এবং ৮০ ভাগ (৫ পরমাণু) ওজনে অক্সিজেন মিলিত হইয়া যথাক্রমে নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড (Nitrogen Trioxide,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ), নাইট্রোজেন টেট্রক্সাইড (Nitrogen Tetroxide,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ) এবং নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড (Nitrogen Pentoxide,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) নামক আরও তিনটি ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে। এখানে দেখা যাইতেছে যে

একই পরিমাণ (অর্থাৎ ৩৬ জনে ২৮ ভাগ) নাইট্রোজেনের সহিত অক্সিজেন খাঁর সাংযোগিক গুরুত্বের (অর্থাৎ ১৬র) ১, ২, ৩, ৪ ও ৫ গুণ পরিমাণে ক্রমান্বয়ে মিলিত হইয়াছে যথা—



কিন্তু পরমাণুর ভাষাংশ হয় না বলিয়া অক্সিজেন ১৬, ২৬, বা ৩৬ গুণ প্রভৃতি পারমাণবিক গুরুত্বের কোন মধ্যবর্তী পরিমাণে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না। ইহাকেই ডাল্টনের গুণিতক অনুপাত নিয়ম (Dalton's Law of Combination in Multiple Proportion) কহে। এই নিয়মই রসায়ন-বিজ্ঞানের অচল ভিত্তিস্বরূপ; যাবতীয় রাসায়নিক প্রক্রিয়া এই নিয়ম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।

**আণবিক গুরুত্ব**—যৌগিক পদার্থের আণবিক গুরুত্ব মূল পদার্থ সমূহের পরমাণুর ভারের সমষ্টি মাত্র। হাইড্রোজেনের ২ পরমাণু অক্সিজেনের ১ পরমাণুর সহিত মিলিত হইয়া জল ( $\text{H}_2\text{O}$ ) প্রস্তুত হয়। হাইড্রোজেনের দুই পরমাণুর ভার ২ এবং অক্সিজেনের এক পরমাণুর ভার ১৬, সুতরাং জলের আণবিক গুরুত্ব  $২ + ১৬ = ১৮$ ।

যৌগিক পদার্থের সাক্ষেতিক চিহ্নকেই উহার ফর্মিউলা (Formula) কহে, যেমন নাইট্রিক অ্যাসিডের সাক্ষেতিক চিহ্ন  $\text{HNO}_3$  নাইট্রিক অ্যাসিডের ফর্মিউলা।

## দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ ।

জল ।

( হাইড্রোজেন্ মনজ্জাহড্ )

সাম্বেতিক চিহ্ন  $H_2O$ , আণবিক ওজন ১৮ ।

পৃথিবীর তিন ভাগ জল ও এক ভাগ স্থল । উদ্ভিদ ও জীবদেহে জল প্রচুর পরিমাণে বিদ্যমান আছে ; জল ব্যতিরেকে কি উদ্ভিদ, কি জীব কিছুই বাঁচিতে পারে না । জীব-দেহ হইতে প্রশ্বাস, ঘর্ম, মল, মূত্র প্রভৃতির সহিত জল অনবরত অল্পাধিক পরিমাণে নির্গত হয় ; খাদ্য ও পানীয় দ্বারা উক্ত ক্ষতি-পূরণ হইয়া থাকে । বৃক্ষ পত্র হইতে জল নিযত বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় ; বৃক্ষ-মূল ভূমি হইতে জল আকর্ষণ করিয়া এই ক্ষতিপূরণ করে ।

প্রথম সূর্য্য কিরণে সমুদ্র ও অগ্রাশ্র জলাশয় হইতে জল বাষ্পরূপে আকাশে উদ্ভিত হয় এবং উপরিস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া মেঘে পরিণত হয় । সাময়িক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘ অধিকতর ঘনীভূত হয় এবং শৈত্যের পরিমাণ অল্পসারে বৃষ্টি, তুষার বা করকারূপে পৃথিবীতে পতিত হইলে নদী, প্রস্রবণ, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয়ের উৎপত্তি হইয়া থাকে এবং ইহারাই পুনরায় সমুদ্রের সহিত মিলিত হইয়া শোষণ জনিত পূর্ব্ব ক্ষতি পূরণ করে ।

এক শত বোল বৎসর পূর্ব্বে জল একটা মূল পদার্থ বলিয়া পরিগণিত হইত । প্রাচীন হিব্রু বৈজ্ঞানিকেরা পাঁচটা মাত্র মূল পদার্থ স্বীকার করিতেন—জল, তাহাদিগের মধ্যে একটা । তাঁহারা জল অতি পবিত্র পদার্থ বলিয়া বিবেচনা করিতেন, এমন কি ইহাতে দেবত্ব আরোপ করিতে কুণ্ঠিত হইতেন নাই । বাস্তবিক জীবনধারণ ও স্বাস্থ্যরক্ষার নিমিত্ত বিস্তৃত জল এতই প্রয়োজনীয় পদার্থ যে হ্রদদর্শী প্রাচীন হিব্রুগণ উহা সম্যকরূপে উপলব্ধি করিয়া জনসাধারণ দ্বারা জল চৈতন্যরূপে অপবিত্র হইবার আশঙ্কায় দেবতা বলিয়া বর্ণনা করতঃ উহার বিশুদ্ধতা সংরক্ষণে বদ্ধশীল হইয়াছিলেন ।

১৭৮১ খৃষ্টাব্দে রাসায়ন-তত্ত্ববিৎ ক্যাভেন্ডিশ সাহেব প্রাপ্তিপর্য করেন যে জল একটী বৌগিক পদার্থ । দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেনের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইলে জল উৎপন্ন হয় ইহা তিনিই প্রথম আবিষ্কার করেন ।

তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা জলকে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন বাষ্পরূপে বিভাজিত করিতে পারা যায়; এইরূপে বিযুক্ত বাষ্পদ্বয়ের আয়তন পরিমাণ করিলে দেখা যায় যে হাইড্রোজেনের আয়তন অক্সিজেনের আয়তন অপেক্ষা দ্বিগুণ । তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা জলের বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া পূর্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে ( ৫৭ পৃষ্ঠা দেখ ) । পরীক্ষার নিমিত্ত যে দুইটী নল ( ২১শ চিত্র, খ ও গ ) গৃহীত হইয়াছে তাহাদিগের একটীতে অক্সিজেন ও অপরটীতে দ্বিগুণ আয়তনের হাইড্রোজেন সঞ্চিত হয় । ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে জলের উপাদান দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেন ।

অতঃপর দেখা যাউক যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে জল প্রস্তুত হয় কি না ।

১৮শ পরীক্ষা—ইউডিমিটার ( Eudiometer ) নামক কতিপয় ঘন সেটিমিটারে বিভক্ত একটী কাচ নির্মিত এক মুখ খোলা নল পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ নিম্ন মুখ করিয়া পারদ পূর্ণ পাत्रে স্থাপন কর । নলের বন্ধমুখের দুই পার্শ্বে দুইটী ক্ষুদ্র ম্যাটিনন্স তার কাচের মধ্য দিয়া অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে । ১ আয়তন অক্সিজেন ও ২ আয়তন হাইড্রোজেন বাষ্প নলের মধ্যে প্রবেশ করাও । পরে নলের খোলামুখ বৃদ্ধাকুলি বা এক খণ্ড রবার দ্বারা স্বচ্ছরূপে আবদ্ধ করতঃ উপরোক্ত দুইটী ম্যাটিনন্স তারের বহির্দুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত সংলগ্ন করিয়া নলের অভ্যন্তরে তাড়িত-ক্ষুলিক উৎপাদন করিলে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া জল প্রস্তুত হইবে । কিন্তু এই উৎপন্ন জলের আয়তন এতই কম যে উহা ইউডিমিটারের মধ্যে অকিকিৎকর মাত্র স্থান অধিকার করে, হতরায় যে স্থান ইতিপূর্বে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন দ্বারা অধিকৃত ছিল, তাহা এক্ষণে পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে । যদি ২ আয়তন হাইড্রোজেন ও ১ আয়তন অক্সিজেন—এই পরিমাণ ভিন্ন অপর কোন পরিমাণে জল উৎপন্ন হইত, তাহা হইলে ইউডিমিটারের মধ্যে হাইড্রোজেন বা অক্সিজেনের কিয়দংশ অবশিষ্ট থাকিত, সুতরাং পারদ নলের সমস্ত স্থান কখনই অধিকার করিতে পারিত না ।

এতদ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন এক আয়তন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে । অন্তর্বিধ পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত

হইয়াছে যে ২ ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন ১৬ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে, এ কারণ জলের সাক্ষেতিক চিহ্ন  $H_2O$  এবং ইহার আণবিক গুরুত্ব  $18$  ( $H_2=2+O=16=18$ ) ।

**স্বরূপ ও ধর্ম**—বিভিন্ন জল বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদবিহীন । জল অতি শীতল-হইলে বরফ হইয়া জমিয়া যায়, তখন ইহার তাপ-মাত্রা  $0^\circ C$  । যতক্ষণ বরফ গলিতে থাকে ততক্ষণ দ্রবীভূত জলেরও ঐ একই তাপ-মাত্রা থাকে, কিন্তু একেবারে গলিয়া বাইবার পর উহার তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে ।

সহজ বায়ু-চাপে ( ৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার চাপ )  $100^\circ C$  তাপ মাত্রায় জল ফুটিতে থাকে এবং বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় । বায়ু-চাপ কম হইলে কম তাপ-মাত্রায় জল ফুটিতে থাকে । অত্যুচ্চ পৰ্ব্বতের উপর বায়ু-চাপ অপেক্ষাকৃত কম হুতরাং তথায়  $100^\circ C$  অপেক্ষা ন্যূন তাপ-মাত্রায় জল ফুটিয়া থাকে । এইরূপে জল ফুটিবার তাপ-মাত্রার ন্যূনাধিক্য লক্ষ্য করিয়া কোন্ স্থান কত উচ্চ তাহা নির্ণয় করিতে পারা যায় ।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে বরফ যখনই গলিতে থাকে উহার তাপ-মাত্রা  $0^\circ C$  এর অধিক হয় না, এবং জল যখন সহজ বায়ু-চাপে ফুটিতে থাকে তখন উহার তাপ-মাত্রা  $100^\circ C$  এর অধিক হয় না । এই দুই তাপ-মাত্রা পরিবর্তনশীল নহে বলিয়া তাপমান নির্ধারণকালে দ্রবণাক্ষ ও ক্ষুণ্ণাক্ষ রূপে গৃহীত হয় ( ১১ পৃষ্ঠা দেখ ) ।

যদিও  $100^\circ C$  তাপ-মাত্রায় জল ফুটে ও বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়, তথাপি সহজ তাপ-মাত্রাতেও ( Ordinary Temperature ) জল হইতে অদৃশ্যভাবে বাষ্প উৎখিত হয় । কোন আয়ত পাত্রে অল্প জল ঢালিয়া অনাবৃত অবস্থায় রাখিয়া দিলে দুই এক দিবসের মধ্যেই পাত্রটী শুষ্ক হইতে দেখা যায় ; ইহার কারণ এই যে জল সহজ তাপ-মাত্রায় অদৃশ্য বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় ।

নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয় হইতে জল এইরূপে বাষ্পাকারে উর্দ্ধে উৎখিত হইয়া বায়ু মধ্যে জল-বাষ্প রূপে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে ।

জলের প্রাকৃতিক আকার তিন প্রকার ।  $0^\circ C$  তাপ-মাত্রায় জল বরফে পরিণত হইয়া কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয় ;  $100^\circ C$  এর নিম্নে যে কোন তাপ-মাত্রায় ইয়া তরলাবস্থায় থাকে এবং  $100^\circ C$  তাপ-মাত্রায় বাষ্পাকার ধারণ করে ।

তাপ সংযোগে পদার্থের প্রসারণ এবং শীতল সংযোগে সংকোচন একটা সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়ম হইলেও জল সম্বন্ধে ইহার কথঞ্চিৎ ব্যতিক্রম লক্ষিত হইয়া থাকে। জল শীতল হইলে  $8^{\circ}\text{C}$  পর্যন্ত আয়তনে সঙ্কুচিত হয় কিন্তু ইহার ন্যূনে সঙ্কুচিত না হইয়া ক্রমশঃ আয়তনে প্রসারিত হইয়া অবশেষে  $0^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় বরফ হইয়া জমিয়া যায়। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে  $8^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় জলের যে আয়তন থাকে,  $0^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় শীতল হইলে উহার আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয়; সুতরাং যে পরিমাণ জল  $8^{\circ}\text{C}$  এ এক ছটাক পাত্রে ধরে, তাহা উক্ত তাপ-মাত্রার উর্দ্ধে বা নিম্নে আনীত হইলে সেই পাত্রে আর স্থান সঙ্কুলান হয় না; প্রসারণ দ্বারা আয়তনের বৃদ্ধি হেতু কিয়দংশ পড়িয়া যায়। এজন্য  $8^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপর যে কোন তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপেক্ষা অধিক ভারী, কারণ জল  $8^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় সম্পূর্ণ সঙ্কুচিত হইয়া সমধিক ঘনত্ব প্রাপ্ত হয়।

জলের প্রসারণ ও সংকোচন সম্বন্ধে এই বিশেষ নিয়ম শীত-প্রধান দেশে জলজন্তুদিগের জীবন ধারণের পক্ষে প্রধান উপযোগী। শীতকালে নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয়ের উপরিভাগস্থ জল বায়ু-সংস্পর্শে শীতল হইলে গুরুত্ব-হেতু জলাশয়ের তলদেশে নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ অপেক্ষাকৃত উষ্ণ জল লঘুভার হেতু উপরে ভাসিয়া উঠে; কিন্তু পরক্ষণেই উহা পূর্ববৎ শীতল হইয়া পুনরায় নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ জল পূর্বের স্থান উপরে ভাসিয়া উঠে। এইরূপে জলাশয়ের সমুদায় জল ভাগ  $8^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় উপনীত হয়। পরে উপরিভাগের জলাংশ অধিকতর শীতল অর্থাৎ উহার তাপ-মাত্রা  $8^{\circ}\text{C}$  এর ন্যূন হইলে আয়তনের বৃদ্ধি হেতু নিম্নস্থিত জলাংশ অপেক্ষা লঘুভার হইয়া উপরিভাগেই অবস্থিতি করে; ক্রমে অধিকতর শীতল হইয়া  $0^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় উপনীত হইলে বরফের আকারে জমিয়া যায় এবং লঘুভারহেতু উপরে ভাসিতে থাকে। বরফ তাপ-অপরিচালক বলিয়া জলাশয়ের নিম্নস্থ জলাংশের উত্তাপ অপহরণ করিতে পারে না, এজন্য উহা  $8^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় থাকিয়া যায় বরফ হইয়া জমিয়া যায় না। সুতরাং তদ্ব্যতীত জলজন্তুগণ নিরাপদে অবস্থান করে। এরূপ জলের প্রাকৃতিক নিয়ম না থাকিলে শীত-প্রধান দেশে শীতকালে জলাশয়ের সমস্ত জলভাগই বরফ হইয়া জমিয়া যাইত এবং জলজন্তুগণ এককালে বিনাশ প্রাপ্ত হইত।



বিশুদ্ধ জল প্রাকৃতিক অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না । বৃষ্টির জলই সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ বলিয়া পরিগণিত হয়, কিন্তু আকাশ হইতে ভূতলে পতিত হইবার সময় রাসায়নিক প্রভৃতি কতিপয় বাষ্প এবং ভূমিতে পড়িলে নানাবিধ অজারক ও অনজারক পদার্থ মিশ্রিত হইয়া উহার বিশুদ্ধতা নষ্ট করে ।

কূপ, পুষ্করিণী, নদী ও প্রস্রবণের জল আমাদের দেশে পানীয় রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে । গভীর কূপ ও প্রস্রবণের জল পানের পক্ষে বিশেষ উপযোগী ; নাতিগভীর কূপ, সাধারণ পুষ্করিণী বা নদীর জল নানা কারণে দূষিত হইয়া থাকে, এ কারণ উক্ত জল অনেক সময়ে পানের সম্পূর্ণ অতুপযোগী । নদীর জল গতিশীল এবং সূর্য্য কিরণে উত্তপ্ত ও সর্বদা বায়ুত্যাগিত হয় বলিয়া উহার দূষিত অংশ শীঘ্র নষ্ট হইয়া যায় ; কাকর, বালি, কয়লা প্রভৃতি পদার্থ দ্বারা দূষিত হইলে উক্ত জল পানের উপযোগী হইয়া থাকে । কলিকাতা প্রভৃতি বড় বড় সহরে কলের জল পানীয় রূপে ব্যবহৃত হয় । প্রথমতঃ নদীর জল ইষ্টক নিশ্চিত বৃহৎ বৃহৎ চৌবাচ্চা মধ্যে আনীত হইয়া রক্ষিত হয় ; এইরূপে মাটি প্রভৃতি পদার্থ ভারহেতু তলদেশে স্থিত হয় এবং অপেক্ষাকৃত পরিষ্কৃত জল বালি ও কাকরের মধ্য দিয়া পরিচালিত হইলে অবশিষ্ট কাদা মাটি পরিত্যক্ত হইয়া যায় । পরে উক্ত জল বস্ত্র সাহায্যে নলের ভিতর দিয়া সহরের সর্বত্র পরিচালিত হয় ।

যে কূপ বা পুষ্করিণী হইতে পানীয় জল গৃহীত হয়, আমাদের দেশের লোকেরা অজ্ঞতা নিবন্ধন সেই জল নানা প্রকারে দূষিত করিয়া থাকে । জলাশয়ের সন্নিকটে মলমূত্র ত্যাগ অতীব অকর্তব্য ; বৃষ্টির সময় উহা ধৌত হইয়া জলাশয়ের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হয় এবং পানীয় জলের সহিত অল্প বা অধিক পরিমাণে উদ্বলিত হইয়া থাকে । জলাশয় মধ্যে মলমূত্র ত্যাগ, গবাদি পশুদিগের স্নান, উচ্ছিষ্ট তৈজস সংস্কার, মলিন বস্ত্র ও শয্যাাদি ধৌত করণ ইত্যাদি কার্য্য প্রত্যহ অনুষ্ঠিত হইলেও উক্ত জলাশয় হইতেই পানীয় জল বিনা সঙ্কোচে গৃহীত হইয়া থাকে । বলা বাহুল্য যে এই জল পান করিলে স্বল্প কালের মধ্যে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হয় এবং অনেক সময়ে বিশৃঙ্খল প্রভৃতি সংক্রামক রোগে আক্রান্ত হইয়া মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয় । স্বথের বিষয় এই যে এক্ষণে দুশিক্ষার বিস্তারে অনেকেই এই কদাচারের অবৈধতা হৃদয়ঙ্গম করিতে পারিয়াছেন এবং জলাশয় সমূহ পবিত্র রাখিবার জন্ত সচেষ্ট হইয়াছেন । স্নান, বস্ত্র ধৌত করণ প্রভৃতি অবশ্য

কর্তব্য কার্য জলাশয় হইতে জল উত্তোলন করিয়া দূরে কোন স্থানে ফেলা উচিত এবং বাহাতে ব্যবহৃত মলিন জল পুনরায় জলাশয়ের জলের সহিত মিশ্রিত হইতে না পারে তদ্বিষয়ে সুবন্দোবস্ত করা একান্ত কর্তব্য ।

পানীয় জল নির্মল, স্বচ্ছ, স্বাদ ও গন্ধ বিহীন এবং বায়ু-মিশ্রিত হওয়া উচিত । বায়ু-মিশ্রিত হইলে জলের দূষিত পদার্থ কতক পরিমাণে নষ্ট হইয়া বায়ু, ঐজন্ত পানীয় জল ব্যবহারের পূর্বে কয়েক বার কেবল পাত্রাস্তরিত করিলে উহা উৎকর্ষ লাভ করে । কিন্তু জল স্বচ্ছ অথবা স্বাদ বা গন্ধ বিহীন হইলেই যে পানের উপযুক্ত হয় তাহা নহে ; সময়ে সময়ে নানা দূষিত পদার্থ জলের মধ্যে দ্রব থাকিয়া উহার স্বাদ, গন্ধ বা স্বচ্ছতার কোন ব্যতিক্রম ঘটায় না । একরূপ জল পান করিলে শীঘ্র বা বিলম্বে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হইবার সম্ভাবনা, এজন্য এক্ষণে সর্বত্রই জল রাসায়নিক প্রণালী মতে পরীক্ষিত হইয়া পানের জন্য ব্যবহৃত হয় ।

**জলের রাসায়নিক পরীক্ষা ।**—পানীয় জলে যে যে দূষিত পদার্থ থাকে এবং যে প্রণালী মতে তাহাদিগকে পরীক্ষা করা যায়, নিম্নে তাহা সংক্ষেপে বর্ণিত হইল ।

১। ক্লোরিন (Chlorine)—পরিষ্কৃত জল (Distilled water) ব্যতীত অপর সকল জলেই ক্লোরাইডের আকারে ক্লোরিন অল্পাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে । ক্লোরাইড দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড (খাদ্য লবণ) সমুদ্র ও তটিকটস্থ নদী প্রভৃতি অসংখ্য জলাশয়ের জলে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিত করে । ক্যালসিয়ম্, ম্যাগনেসিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুসম্মিশ্রিত ক্লোরাইডও সামান্য পরিমাণে জলের সহিত মিশ্রিত থাকে । জলের সহিত মূত্র বা মল কোনরূপে মিশ্রিত হইলে লবণের পরিমাণ অত্যধিক হয়, কিন্তু কোন কোন ভূমি স্বভাবঃ এতাদৃশ লবণাক্ত যে মল, মূত্র ব্যতীত উক্ত ভূমিস্থিত জলাশয়ের জলে লবণ প্রচুর পরিমাণে অবস্থিত করে । জলে ক্লোরিনের পরিমাণ নিরূপণ করিয়া উহা হইতে লবণের পরিমাণ নির্দ্ধারিত হইয়া থাকে । পানীয় জলের প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে এক ভাগেরও কম ক্লোরিন থাকা উচিত । নির্দিষ্ট ওজনের নাইট্রেট অব্ সিল্ভার, পরিষ্কৃত জলে দ্রব করিয়া উক্ত দ্রাব্য পানীয় জলে ক্লোরিনের পরিমাণ নির্দ্ধারণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় ।

২। অনজারক ও অজারক অ্যামোনিয়া (Inorganic or Free and Organic or Albuminoid Ammonia)—জলে অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণ ও উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ দ্রব থাকিলে উহা পানের নিত্যত অসুপযোগী হয় । প্রায় সকল জলেই এই সকল পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বর্তমান থাকে ; অলঙ্ঘিত, অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণ সাধারণতঃ অনজারক অ্যামোনিয়া এবং উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ অজারক অ্যামোনিয়া নামে অভিহিত । পানীয় জলে

অনঙ্গারক স্যামোনিয়া প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ০.১ ভাগ এবং অনঙ্গারক স্যামোনিয়া ... ৪ ভাগের অধিক থাকি উচিত নহে, ইহার অধিক থাকিলে জল পানের অসুপযোগী। এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে জানা যায় যে জলের উৎপত্তি-স্থল তখনও উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থে সংক্রামিত।

অঙ্গারক স্যামোনিয়ার ন্যায় অনঙ্গারক স্যামোনিয়া তত অনিষ্টকর নহে। চূণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট অব্ পটাশ্ (Permanganate of Potass) নামক লবণ জলে যোগ করিলে উভয় প্রকার স্যামোনিয়া নষ্ট হইয়া যায়। কূপের জল পানোপযোগী করিবার জন্য চূণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট অব্ পটাশ্ জলের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হইয়া থাকে।

কার্বনেট অব্ সোডা জলে মিশ্রিত করিয়া চোয়াইলে অনঙ্গারক স্যামোনিয়া নির্গত হয়; তৎপরে ঐ জলে কঠিক পটাশ্ ও পার্ম্যাঙ্গানেট অব্ পটাশের দ্রাবণ পুনরায় যোগ করিয়া চোয়াইলে অঙ্গারক স্যামোনিয়া নির্গত হইয়া থাকে। নেজ্‌লারের দ্রাবণ (Nessler's Solution) দ্বারা উহাদিগের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

পোটাসিয়াম্ আইডাইড্, মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্, কঠিক পটাশ্ এবং পরিষ্কৃত জল নিক্ষিপ্ত পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া নেজ্‌লারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইয়া থাকে; স্যামোনিয়ার দ্রাবণ ইহার সহিত মিশ্রিত হইলে পাটল বর্ণ ধারণ করে।

৩। নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ (Nitrates and Nitrites)—এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে এক সময়ে উক্ত জলের উৎপত্তি-স্থল যে উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থে সংক্রামিত ছিল তাহা প্রমাণিত হয়। পানীয় জলে ইহাদিগের পরিমাণ প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ৫ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। ইহার অঙ্গারক বা অনঙ্গারক স্যামোনিয়ার ন্যায় অনিষ্টকর পদার্থ নহে।

প্রথমতঃ স্যালুমিনিয়াম্ খাতুর কলক ও কঠিক পটাশের দ্রাবণ জলে যোগ করিলে জল-স্থিত নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ স্যামোনিয়াতে পরিণত হয়; পরে উহাকে চোয়াইলে স্যামোনিয়া বাষ্প নির্গত হয় এবং নেজ্‌লারের দ্রাবণ দ্বারা পূর্ববৎ পরীক্ষিত হইয়া থাকে; এই স্যামোনিয়ার পরিমাণ হইতে নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইটের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

৪। দ্রবীভূত নিরেট পদার্থ (Dissolved Solids)—জলদ্বায়েই খনিজ ও অঙ্গারক নিরেট পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে অব্ হইয়া রহে। পানীয় জলে দ্রবীভূত নিরেট পদার্থের সমষ্টি প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ৫০ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। সচরাচর ২০০ ঘন সেন্টি-মিটার্ জল কোল পাত্রে রাখিয়া বৈশ্ব-বৈদ্য (Water bath) শুক করতঃ পাত্রে-স্থিত শুষ্ক পদার্থের ওজন দ্বারা দ্রবীভূত নিরেট পদার্থের পরিমাণ অবগত হওয়া যায়। এই নিরেট পদার্থ পোড়াইলে যদি অধিক কৃষ্ণবর্ণ হয়, তাহা হইলে উহার মধ্যে অঙ্গারক পদার্থ অধিক পরিমাণে আছে জানিতে পারা যায়; এরূপ জল পানের পক্ষে অসুপযোগী। জলের মধ্যে

নাইট্রেট, নাইট্রাইট ও সল্ফেট আছে কি না তাহা জালিবার নিমিত্ত এই দৃষ্টাবশিষ্ট পদার্থ পরীক্ষিত হইয়া থাকে ।

১। কাঠিন্য (Hardness)—জলে সাবান ঘসিলে কেনা উৎপন্ন হয়। কোন জলে অল্প মাত্র সাবান ঘসিলেই বেশী কেনা উৎপন্ন হয়, আবার কোন জলে অধিক পরিমাণে সাবান ঘসিলে অভ্যন্তর মাত্র কেনা উৎপন্ন হয় এবং তাহাও অতি শীঘ্র জালিয়া যায়। সাবান ঘসিয়া ভালরূপ কেনা না হইলে জল কঠিন (Hard) বলিয়া নির্দ্ধারিত হয় এবং সহজে ফেন হইলে কোমল (Soft) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। জলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর লবণ অধিক পরিমাণে থাকিলে উহা কঠিন বলিয়া উক্ত হয়; এরূপ জলে বস্ত্রাদি ধৌত করিলে অধিক সাবান নষ্ট হইয়া থাকে।

জলের কাঠিন্য স্থায়ী (Permanent) ও অস্থায়ী (Temporary) রূপে নির্দিষ্ট হইয়া থাকে এবং ইহাদের সমষ্টিকে মোট কাঠিন্য (Total Hardness) বলা যায়। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুদ্বয়ের সল্ফেট, নাইট্রেট বা ক্লোরাইড, জলের মধ্যে দ্রব থাকিলে স্থায়ী কাঠিন্য সম্পাদিত হয়, কিন্তু উক্ত ধাতুদ্বয়ের কার্বনেট, কার্বনিক সায়ানাইডের সাহায্যে জলে দ্রবীভূত থাকিয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য সম্পাদন করে।

সকল জলেই স্থায়ী ও অস্থায়ী দুই প্রকার কাঠিন্যই অল্পাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। জল ফুটাইলে কার্বনিক সায়ানাইড, বহির্গত হইয়া যায় সুতরাং ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর কার্বনেট সকল উহাতে আর দ্রবীভূত থাকিতে না পারিয়া পাত্রের তলদেশে চূর্ণাকারে অধঃস্থ হইয়া পড়ে, এবং এইরূপে জলের অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হইয়া যায়। জলে চূর্ণ যোগ করিলেও উহার অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হয়। জলের স্থায়ী কাঠিন্য কার্বনেট অব সোডা সংযোগে দূরীভূত হইতে পারে। নির্দিষ্ট পরিমাণ নরম সাবান (Soft soap) শোধিত হয় অথবা দ্রব করতঃ উক্ত দ্রাবণ পরীক্ষাধীন জলে যোগ করিয়া উহার কাঠিন্যের পরিমাণ নির্ণীত হইয়া থাকে। এই পরীক্ষা প্রণালীকে ক্লার্ক সাবানের সাবান পরীক্ষা (Clark's Soap Test) কহে।

স্বচ্ছতা ও বর্ণ—হুইটী লব্ধমান কাচপাত্রের একটীতে পরীক্ষাধীন জল ও অপরিষ্কার সম পরিমাণ পরিশ্রুত জল রাখিয়া তুলনার দ্বারা পরীক্ষাধীন জলের স্বচ্ছতা ও বর্ণ নিরূপিত হইয়া থাকে।

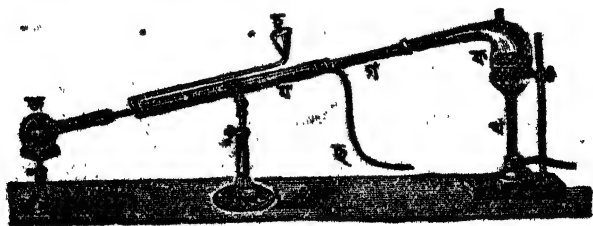
গন্ধ—একটী বড় কাচ-কুপী মধ্যে পরীক্ষাধীন জল ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন করতঃ আত্মগন্ধ লইলে উহার গন্ধ নিরূপণ করিতে পারা যায়। কখন কখন গন্ধ নিরূপণ করিবার জন্য জলে উত্তাপ প্রয়োগ আবশ্যক হয়।

আম্লত্ব—মুখে করিলেই জলের আম্লত্ব অনুভূত হয়। বাঁহাদিগের কলের জল পান করা অভ্যাস, তাঁহারা পুষ্করী বা অপর কোন জলাশয়ের জল

পান করিলেই উভয়ের স্বাদের পার্থক্য অনুভব করিতে পারেন। বিশ্বাস জল সর্বথা স্বাস্থ্যের প্রতিবন্ধকতা সাধন না করিলেও পান করিয়া তৃপ্তিলাভ করা যায় না।

**খনিজ জল (Mineral Water)**— কতকগুলি প্রস্রবণ বা কূপের জলে লৌহ বা গন্ধক ঘটিত অথবা অন্তবিধ খনিজ লবণ এত অধিক পরিমাণে দ্রব থাকে যে উক্ত জল সম্পূর্ণরূপে পানের অনুপযোগী হইলেও ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। এবিধ জল সেবন বা উহাতে স্নান করিলে কোন কোন দুষ্চিকিৎস ব্যাধি হইতে আরোগ্যলাভ করা যায়। যে খনিজ জলে অধিক পরিমাণে লৌহ থাকে, তাহাকে ক্যালিবিয়টে (Chalybeate) অর্থাৎ লৌহঘটিত জল কহে। ট্যনব্রিজ ওয়েলসের জল (Tunbridge Wells Water) এই শ্রেণীভুক্ত। সেল্‌জার ওয়াটার (Seltzer Water) নামক অপর একটি খনিজ জলে অধিক পরিমাণে কার্বনিক গ্যাসিড থাকে। হারোগেটের জলে (Harrogate Water) সল্‌ফিউরেটেড হাইড্রোজেন বিদ্যমান থাকে। এপ্সম (Epsom) এবং চেল্টেনহাম (Cheltenham) নামক স্থানের প্রস্রবণের জলে লাবণিক দ্রব্যের পরিমাণ অধিক। ভিশি (Vichy), কার্লসবাড (Carlsbad), ফ্রেড্রিক্সহাল (Fredrichshall), প্রভৃতি অপর কয়েকটি খনিজ জল ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

**পরিষ্কৃতকরণ (Distillation)**—জল সম্পূর্ণরূপে বিগুহ্ব করিতে হইলে উহাকে পরিষ্কৃত করিয়া অর্থাৎ চোয়াইয়া লইতে হয়। তাপ সংযোগে জলকে বাষ্পে পরিণত করিয়া শৈত্য সংযোগে ঐ বাষ্পকে পুনরায় তরলাবস্থায় আনয়ন করিলেই পরিষ্কৃত জল প্রস্তুত করা হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্ত যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, নিম্নে তাহার চিত্রপ্রদর্শিত হইল।



২৮ চিত্র।

(ক) একটি কাচনির্মিত রিটর্ট, উহার মধ্যে জল রাখিয়া নীচে গ্যাস বাতি  
(খ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জল কুটিয়া বাষ্পাকারে গ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট  
হয়। গ-নল আর একটি বৃহদায়তন কাচ নল (ঘ) মধ্যে একরূপ ভাবে অবস্থিত  
যে উহাদিগের উভয়ের মধ্যস্থলে কিয়ৎ পরিমাণ শূন্য স্থান থাকে, উহা শীতল  
জল দ্বারা সর্বদা পরিপূর্ণ থাকে। (ঘ) চিহ্নিত নলের উপরে ও নীচে দুইটী  
ছিদ্র থাকে, নিম্নস্থ ছিদ্রে একটি ফ্যানেল (চ) ও অপরটীতে একটি রবারের  
নল (ছ) সংযুক্ত থাকে। ফ্যানেল মধ্যে শীতল জল ঢালিলে উহা ঘ-নলের মধ্যে  
প্রবিষ্ট হয় এবং গ-নলস্থিত উত্তপ্ত জল-বাষ্প সংস্পর্শে উষ্ণ হইয়া (ছ) চিহ্নিত  
রবারের নল দ্বারা নির্গত হয়। এইরূপে ঘ-নলস্থিত শীতল জল-প্রবাহ  
(ক) চিহ্নিত কাচপাত্র হইতে নির্গত গ-নলস্থিত জল-বাষ্পকে শীতল করতঃ  
ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত করে; উহার ক্রমে বৃহদাকার ধারণ করিয়া  
একটী কাচ কুপীতে (জ) বিন্দু বিন্দু রূপে পতিত হয়—ইহাই পরিস্রুত  
জল।

বৃষ্টির জল প্রাকৃতিক নিয়মে পরিস্রুত, কিন্তু নীচে নামিবার সময় বায়ু-মণ্ডল  
ব্যাপ্ত নানাবিধ বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হয় বলিয়া উহাকে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জল বলা  
যাইতে পারে না।

**জলের সরবরাহ (Water Supply)**—জলের বিশুদ্ধতা যেক্রম  
আবশ্যক, ব্যবহারের নিমিত্ত উহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়াও সেইরূপ  
প্রয়োজনীয়। পান ব্যতীত দৈনিক সাংসারিক কার্যের জন্ত বিস্তর জল আমা-  
দিগের আবশ্যক হয়। জল কম হইলে জ্ঞান ভাল হয় না, শয্যা ও রক্তাদি আবশ্যক  
মত পরিষ্কার করা যায় না, পরঃ-প্রণালী উত্তমরূপে ধোত হয় না, গৃহপালিত  
পশুদিগের জ্ঞান, পান ও তাহাদিগের বাসস্থান পরিষ্কার করণ রীতিমত ঘটিয়া  
উঠে না; স্ততরাং অসুখ্য ও পশুগণ সত্বর নানাবিধ রোগাক্রান্ত হইয়া পড়ে।  
বৃষ্টি না হইলে চৈত্র বৈশাখ মাসে পল্লীগ্রামে যে দারুণ জল কষ্ট উপস্থিত হয়,  
তাহা অনেকেই অবগত আছেন; তদন্তস্থলে জলবিহনে ঐ সময়ে রোগের  
সমধিক প্রাক্কর্ষ্য দেখিতে পাওয়া যায়। কলিকাতার অপরিপািত জল পাওয়া যায়  
বলিয়া অনেকেই উহা অযথা নষ্ট করিতে কুস্তিত বোধ করেন না; বাহার  
পল্লীগ্রামের জলকষ্ট কখন দেখিয়াছেন, তাহার একরূপ বুঝা অপব্যয় দেখিয়া

কষ্ট বোধ করেন। সম্প্রতি কর্তৃপক্ষীয়েরা বাহাতে কলের জলের অপব্যয় না হয়; তাহা দ্বিধায়ে স্থানীয় প্রবর্তিত করিতে সচেষ্ট হইয়াছেন।

**পরিষ্কৃত করণ (Purification)**—অপরিষ্কৃত জল ব্যবহার করিলে বিস্ফটিকা, টাইফয়েড জ্বর, ম্যালেরিয়া জ্বর, রক্তমাশায় প্রভৃতি উৎকট ২ রোগ জন্মিয়া থাকে। যদিও কখন কখন এরূপ দেখা যায় যে বহুদিন ব্যাপিয়া অপরিষ্কৃত জল পান করিলেও কোনরূপ রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায় না কিন্তু ইহাতে স্বাস্থ্যের এরূপ হীনতা উপস্থিত হয় যে সামান্য রোগের আক্রমণেই অনেক সময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয়। জল উত্তমরূপে ফুটাইলে তন্মধ্যস্থ দূষিত পদার্থ—বিশেষতঃ বিস্ফটিকা, টাইফয়েড জ্বর প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ—নষ্ট হইয়া যায়। নিতান্ত দূষিত জলও ফুটাইয়া শীতল করিলে পানোপযোগী হইয়া থাকে।

জলে ফটুকিরি চূর্ণ যোগ করিলে উহা অতি শীঘ্র পরিষ্কার হয় এবং তন্মধ্যস্থ অধিকাংশ দূষিত পদার্থ নষ্ট হইয়া যায়। কেহ কেহ বলেন যে ফটুকিরি দ্বারা জলের সংক্রামকতা দোষও নষ্ট হয়। এরূপ সহজ লভ্য উপকারী পদার্থ পরী-  
গ্রামস্থ প্রত্যেক লোকেরই জল পরিষ্কারার্থ ব্যবহার করা উচিত।

নির্মলী নামক ফল জলপাত্রের অভ্যন্তরে ঘসিয়া দিলে জল শীঘ্র নির্মল হইয়া যায়। চূর্ণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট অব্ পটাশ্ যোগ করিয়া জল পরিষ্কৃত করা হয় ইহা ইতিপূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

অপরিষ্কৃত জল কোন পাত্রে কিছুকাল রাখিলে পাত্রের তলদেশে বালি, মাটি প্রভৃতি নিম্নেই পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে এবং জল ক্রিয়ংপরিমাণে পরিষ্কৃত হয়। কয়েকবার পাত্রান্তরিত করিলেও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল পরিষ্কৃত হয় ইহা ইতিপূর্বে বর্ণিত হইয়াছে।

**ছাঁকন (Filtration)**—জল ছাঁকিয়া লইলে মাটি, কুটা প্রভৃতি যে সকল নিম্নেই পদার্থ উহার মধ্যে থাকে, তাহা সম্পূর্ণরূপে পরিভ্যক্ত হয় এবং উহার জীবিত দূষিত অংশও ক্রিয়ং পরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়। কয়লা, (উত্তীর্ণ বা জীবজ), বালি, কঁকর, পাত্রের ন্যায় একপ্রকার লৌহ (Spongy Iron), কয়লা ও বালির জমাট (Silicated Carbon), চুম্বক-বিশ্বাকান্ত লৌহ (Magnetic Iron) প্রভৃতি নানাবিধ পদার্থ ছাঁকনিরূপে ব্যবহৃত হয়।

আমাদের দেশে রেলওয়ে স্টেশনে ও মফঃস্বলস্থ হাঁসপাতালে বালি ও কঁয়লা পূর্ণ তিনটি শৃঙ্খল কলস একটা কার্ভাথারের উপর উপযুক্ত পানি রাখিয়া জল অল্প খরচে ও স্ফটিকরূপে ছাঁকিত হইয়া থাকে ।

ইতিপূর্বে কথিত হইয়াছে যে জল ছাঁকিয়া লইলে উহার দূষিত পদার্থ কিয়ৎ পরিমাণে নষ্ট হয় মাত্র, কিন্তু প্রথমতঃ ফুটাইয়া শীতল করতঃ ছাঁকিয়া লইলে উহা পানের সম্পূর্ণ উপযোগী হইয়া থাকে । জল পূর্কোক্ত যে কোন প্রকার ছাঁকনি দ্বারা ছাঁকিত হইলেও তদ্ব্যতীত সংক্রামক রোগোৎপাদক বীজ বিদূরিত হয় না, কিন্তু জল ফুটাইলে উহার সংক্রামকতা দোষ একেবারে নষ্ট হইয়া যায় ; এজন্য জল প্রথমতঃ ফুটাইয়া পরে ছাঁকিয়া পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে কোন অনিষ্ট-পাতের আশঙ্কা থাকে না ।

সম্প্রতি পাষ্টর চেম্বরল্যান্ড নামক এক প্রকার নূতন ছাঁকনি ( Pasteur Chamberland Filter ) নির্মিত হইয়াছে । ইহা অতি সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত দুই মুখ বদ্ধ পোর্সিলেনের দ্বারা নির্মিত কতকগুলি নল বিশেষ । পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে এই ছাঁকনি দ্বারা জল ছাঁকিলে বিস্মৃতিকা প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ ছাঁকনির মধ্যে অবরুদ্ধ হইয়া থাকে, সুতরাং ছাঁকিত জলে সংক্রামকতা দোষ থাকে না ।

**সীস মিশ্রিত জল**—কখন কখন কলের জল সীসধাতু নির্মিত নল দ্বারা বাহিত বা সীস নির্মিত বৃহৎ পাত্র মধ্যে রক্ষিত হয় । জলে কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌, নাইট্রেট্‌ বা ক্লোরাইডের পরিমাণ অধিক থাকিলে সীস অল্প মাত্রায় জলের মধ্যে দ্রবীভূত হয় ; সীস-মিশ্রিত উক্ত জল কিছুদিন পান করিলে শরীরে সীসঘটিত বিষ-লক্ষণ প্রকাশ পায় ।

**জল-বাষ্প**—পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে সহজ তাপ-মাত্রায় জল হইতে বাষ্প নিয়ত উদ্ভিত হইয়া থাকে, একারণ বায়ু সর্বদাই সজল অর্থাৎ উহার মধ্যে জল-বাষ্প অল্প বা অধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে । বায়ু যত অধিক উত্তপ্ত হয় উহা ততই অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প ধারণ করিতে পারে, একারণ গ্রীষ্মকালের বায়ুতে শীতকাল অপেক্ষা অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প থাকে ।

জল-বাষ্প সহজে আমাদেরিগের প্রত্যক্ষীভূত হয় না । একটা কাচকুপীতে জল ফুটাইলে যে ধ্বংস বাষ্প নির্গত হয়, উহাকে আমরা সাধারণতঃ জল-বাষ্প



বলিয়া থাকি কিন্তু বাস্তবিক উহা জল-বাষ্প নহে। জল-বাষ্প অদৃশ্য, উহা কুপীর মধ্যে ফুটন্ত জলের উপরিস্থিত সমগ্র শূন্য প্রদেশ অধিকার করিয়া থাকে অথচ আমাদের দৃষ্টিগোচর হয় না। কুপীর বাহিরে যে শ্বেতবর্ণ বাষ্প উদ্গত হইতে দেখা যায়, তাহা অতি ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র—জল-বাষ্প নহে। অদৃশ্য জল-বাষ্প কুপী হইতে নির্গত হইবা মাত্র বহিঃস্থ শৈত্য সংযোগে সংহত হইয়া অসংখ্য ক্ষুদ্র জলবিন্দুতে পরিণত হয়, এবং শ্বেতবর্ণ বাষ্পের আকারে আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়।

কুজ্বাটিকা ( Fog )—বহু দূর বিস্তৃত বায়ুরাশি মধ্যে জল-বাষ্প এইরূপে সংহত হইয়া কুজ্বাটিকার আকার ধারণ করে। আর্দ্র ভূভাগের তাপ-মাত্রা তৎ-সংলগ্ন বায়ু-রাশির তাপ-মাত্রা অপেক্ষা কিঞ্চিদধিক হইলে কুজ্বাটিকা উৎপন্ন হয়। আর্দ্র ভূভাগ হইতে উদ্ভিত জল-বাষ্প সন্নিকটস্থ শীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইয়া অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জল-বিন্দুতে পরিণত হয় এবং কুজ্বাটিকা বা কুয়াসা রূপে আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়।

মেঘ ( Cloud )—উপরে উক্ত হইয়াছে যে ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প সংহত হইয়া কুজ্বাটিকা উৎপন্ন হয়। উর্দ্ধতন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শৈত্য সংযোগে সংহত হইলে মেঘ উৎপন্ন হয়। সূর্য্য সহস্র কিরণ বিস্তার পূর্বক নিয়ত নদী, সমুদ্র ও অন্যান্য জলাশয় হইতে জল শোষণ করিতেছেন। শোষিত জল অদৃশ্য বাষ্প রূপে উর্দ্ধে উদ্ভিত হয় এবং উর্দ্ধস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইয়া মেঘে পরিণত হয়; ইহা বায়ু সাহায্যে পৃথিবীর চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। মেঘ অতি-ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র।

বৃষ্টি ( Rain )—সমধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘের ক্ষুদ্র জলকণা সমূহ একত্রিত হইয়া বৃহদাকার জলকণায় পরিণত হয় এবং গুরুতার হেতু বৃষ্টির আকারে ভূতলে পতিত হয়। বৃষ্টির বিন্দু যত নামিয়া আইসে ততই বৃহদাকার ধারণ করে; ইহার কারণ এই যে নামিবার সময় বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শীতল ক্ষুদ্র বৃষ্টি বিন্দুর চতুর্দিকে জমিয়া উহার আকারের বৃদ্ধি সাধন করে।

গ্রীষ্ম-প্রধান দেশে অধিক পরিমাণে বৃষ্টিপাত হয়; ইহার কারণ এই যে উক্ত প্রদেশে অধিকতর উত্তাপ হেতু জল-বাষ্প অধিক পরিমাণে উর্দ্ধে উদ্ভিত হয়, স্ফুটনাং অধিক মেঘ সঞ্চিত হয় ও অধিক বৃষ্টিপাত হইয়া থাকে।

শিশির (Dew)—রাত্রিকালে অনাবৃত স্থানে কোন পদার্থের উপর যে জলকণা সঞ্চিত হইয়া থাকে তাহাকে শিশির কহে । দিবামানে স্থলভাগ সূর্য্য তাপ গ্রহণ করিয়া উত্তপ্ত হয়; রাত্রিকালে সঞ্চিত তাপরাশি বিকীরণ করিয়া শীতল হইয়া পড়ে । ভূভাগ শীতল হইলে তৎসংলগ্ন সমুদয় পদার্থই শীতলত্ব প্রাপ্ত হয় । ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প এই সকল শীতল পদার্থের সংস্পর্শে সংহত হইয়া জলকণায় পরিণত হয়, ইহাই শিশির নামে অভিহিত । যে পদার্থ যত অধিক তাপ বিকীরণ করে, তাহা তত শীঘ্র শীতল হয় এবং উহার উপরে অগ্রে শিশির পাত হয় । মাটি, বালি, কাচ, বৃক্ষপত্রাদি অতি শীঘ্র তাপ বিকীরণ করে, এজন্ত রাত্রিকালে উহারাই অধিক পরিমাণে শিশির সিক্ত হয় । ধাতুনির্মিত পদার্থ সামান্য পরিমাণে তাপ বিকীরণ করে বলিয়া উহাদিগের উপর সহজে শিশির সম্পাত হয় না ।

আকাশ পরিষ্কার অর্থাৎ মেঘশূন্য হইলে অধিক পরিমাণে শিশির পাত হয় । মেঘাচ্ছন্ন রাত্রিতে ভূভাগ হইতে তাপ উত্তমরূপে বিকীর্ণ হয় না সুতরাং উহা সমধিক শীতলত্ব প্রাপ্ত হয় না; একারণ তৎকালে সামান্য মাত্র শিশিরপাত হইয়া থাকে ।

ছিন্ন-তুষার (Hoar frost)—যদি ভূভাগ বা তৎসংলগ্ন পদার্থের তাপ-মাত্রা  $0^{\circ}\text{C}$  এর নিম্নে নামিয়া যায়, তাহা হইলে তত্পরি পতিত শিশিরবিন্দু জমিয়া তুলার আকারে বরফে পরিণত হয় । বৃক্ষপত্র, খড়, কুটা প্রভৃতি যে সকল পদার্থ অত্যধিক পরিমাণে তাপ বিকীরণ করে, তাহাদিগের উপরেই ছিন্ন-তুষার জমিতে দেখা যায় ।

তুষার (Snow)—অত্যধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘের তাপ-মাত্রা  $0^{\circ}\text{C}$  এর নীচে নামিলে মেঘস্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জল বিন্দু সমূহ সংহত হইয়া বরফে পরিণত হয় এবং বায়ু সমুদ্রে ভাসিতে থাকে, ইহাকেই তুষার কহে । উত্তর মেরু প্রদেশে সর্বদাই তুষার পাত হয়, উক্ত প্রদেশের স্থল ও জল নিয়ত তুষারাক্ষন্ন থাকে । অতুচ্চ পর্বতের শিখর প্রদেশও এইরূপে নিয়ত তুষারাবৃত থাকে ।

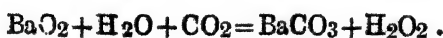
করকা, শিলা (Hail)—এদেশে গ্রীষ্মকালের প্রারম্ভে কখন কখন শিলা-বৃষ্টি হইয়া থাকে । বৃষ্টি বিন্দু পৃথিবীতে পতিত হইবার সময় যদি অধিক শৈত্য সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে সংহত হইয়া কঠিন শিলাখণ্ডে পরিণত হয় এবং বৃষ্টির সহিত ভূতলে বর্ষিত হয় । মটরের ছায় ক্ষুদ্র হইতে কমলালেবু অপেক্ষাও বৃহদাকারের শিলাখণ্ড পতিত হইতে দেখা গিয়াছে ।

## হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বা পার্-অক্সাইড্ ।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন  $H_2O_2$ , আণবিক ভর ৩৪ ।

পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে দুই অণু হাইড্রোজেন্ এক অণু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ মনক্সাইড্ ( $H_2O$ ) বা জল প্রস্তুত হয়। দুই অণু হাইড্রোজেনের সহিত দুই অণু অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া যে যৌগিক প্রস্তুত হয় তাহার নাম হাইড্রোজেন্ ডাই বা পার্ অক্সাইড্ ( $H_2O_2$ ) ।

**প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।**—বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ ( $BaO_2$ ) জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত হইয়া জলে দ্রব হইয়া থাকে এবং বেরিয়ম্ কার্বনেট স্বৈতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হইয়া পড়ে ; যথা—



**স্বরূপ ও ধর্ম্ম**—হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ অতি অস্থায়ী পদার্থ অর্থাৎ প্রস্তুত হইবার অনতিবিলম্বেই ইহা অক্সিজেন্ ও জল এই দুই পদার্থে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে।  $20^\circ C$  তাপ-মাত্রায় এই পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ স্বতই অল্পে অল্পে নির্গত হইতে থাকে, কিন্তু  $100^\circ C$  তাপ-মাত্রায় অতি শীঘ্র অধিক অক্সিজেন্ বাহির হইয়া যায়। যে কোন উদ্ভিজ্জ বর্ণ ইহার সহিত মিশ্রিত হইলে মুক্ত অক্সিজেন্ সহযোগে বর্ণহীন হইয়া যায় ; এজন্ত রঙ্গিন বস্তাদি হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণে নিমজ্জিত করিয়া শুভ্রবর্ণ করা হয়।

বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ চিনির রসের স্তায় গাঢ়। সিগ্ভার অক্সাইডের সহিত উহা একত্রিত হইলে সশব্দক্ষোভন হইয়া থাকে এবং সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

**স্বরূপ নিরূপণ (Test)**—১। শোণিত সংযুক্ত এক খণ্ড বস্ত্র টিংচার্ অব্ গুয়াকনে (Tincture of Guaiacum) সিক্ত করিয়া হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণে নিমজ্জিত করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। পার্মাঙ্গানেট্ অব্ পটাশের ক্ষীণ দ্রাবণে (Weak Solution) কয়েক বিন্দু সল্-কিউরিক্ গ্যাসিড্ যোগ করিয়া তাহাতে হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণ মিশ্রিত করিলে গোলাপী বর্ণের দ্রাবণটি তৎক্ষণাৎ বর্ণহীন হইয়া যায়।

# তৃতীয় পরিচ্ছেদ ।

—:—

## হাইড্রোজেন্ (Hydrogen)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H, পারমাণবিক গুরুত্ব ১।

১৬০০ খ্রীষ্টাব্দে প্যারাসেলুস্ (Paracelsus) এই পদার্থ আবিষ্কার করেন ।

ইতিপূর্বে উক্ত হইয়াছে হাইড্রোজেন্ জলের একটা উপাদান ; প্রতি নয় ভাগ ওজনের জলে একভাগ ওজনে হাইড্রোজেন্ বিদ্যমান থাকে । এতদ্ব্যতীত ইহা উদ্ভিদ ও জীবদেহের একটা প্রধান উপাদান ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—নানাবিধ উপায়ে হাইড্রোজেন্ প্রস্তুত করিতে পারা যায়, তন্মধ্যে প্রধান কয়েকটা নিম্নে লিখিত হইল ।

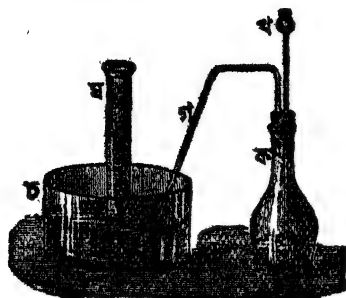
১ম। সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে সহজ উত্তাপেই জলকে বিল্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে ।

২য় পরীক্ষা ।—কুত্ৰ একখণ্ড সোডিয়ম্ ধাতু তারের জালের মধ্যে আবদ্ধ করতঃ একটা বক্স তাম্রতারের অগ্রভাগে সংলগ্ন করিয়া জলপূর্ণ নিম্নমুখ কাচপাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও ; হাইড্রোজেন্ বাষ্প বুদ্বুদাকারে জালের ছিদ্র দিয়া নির্গত হইবে, এবং জলকে স্থানচ্যুত করিয়া কাচপাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে ।

পোটাসিয়ম্ ধাতু জলে নিক্ষিপ্ত হইলে জলিয়া উঠে, তাহা পূর্বে প্রদর্শিত হইয়াছে । জলের অক্সিজেনের সহিত পোটাসিয়ম্ ধাতুর রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া এত অধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে, বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ বাষ্প জলিয়া উঠে ।

২য়। লৌহ, দস্তা প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর সহিত সল্ফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ একত্রিত হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয় । সচরাচর দস্তা ও সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ এই বাষ্প উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় ।

২০শ পীড়ক।—একটি আরতমুখ কাচের বোতলের (২০শ চিত্র, ক) ছিপিতে দুইটি ছিদ্র করতঃ একটীর মধ্য দিয়া ক্যানেলযুক্ত একটি কাচনল (খ) বোতলের তলদেশ পর্যন্ত এবং অপর ছিদ্র দ্বারা একটী বক্র কাচনল (গ) বোতলের গলদেশ পর্যন্ত প্রবেশ করাও। বোতলের তলদেশে কতকগুলি গ্রানুলেটেড্‌ জিঙ্ক \* (Granulated Zinc)



২০শ চিত্র।

রাখিয়া ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। পরে ক্যানেলের মধ্য দিয়া জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ অ্যাসিড্‌ (১ ভাগ উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ অ্যাসিড্‌ ও ৫ ভাগ জল) উক্ত বোতলের মধ্যে ঢালিয়া দাও। অবিলম্বে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া বক্র কাচনল দ্বারা নির্গত হইতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎক্ষণ বাষ্প বাহির হইয়া গেলে পর + রবারের নল দ্বারা বক্র কাচনলটী অপর একটি কাচনলের সহিত সংলগ্ন করিয়া জলপূর্ণ নিম্নমুখ একটি কাচপাত্র (ঘ) মধ্যে প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প তন্মধ্যে সঞ্চিত হইবে। নিম্নমুখ কাচপাত্রটী অপর একটি জলপূর্ণ কাচপাত্র (চ) মধ্যে রক্ষিত হয়।

৩য়। লোহিতোস্তপ্ত লৌহ জলের সহিত একত্রিত হইলে উহাকে বিস্ফিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপাদন করে। পূর্বে বর্ণিত হইয়াছে যে, পোটাসিয়ম্‌ ও সোডিয়ম্‌ ধাতু সহজ উত্তাপেই জলকে বিস্ফিষ্ট করে,

\* মস্তা গলাইয়া শীতল্‌ জলে নিক্ষেপ করিলে গ্রানুলেটেড্‌ জিঙ্ক প্রস্তুত হয়।

+ কিয়ৎক্ষণ অপেক্ষা করিয়া হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প সঞ্চয় করিবার हेतু এই যে কাচপাত্রস্থ বায়ু সম্পূর্ণরূপে নির্গত হওয়া আবশ্যিক, নচেৎ বায়ু ও হাইড্রোজেন্‌ একত্রে মিশ্রিত হইয়া একটি ফোঁট-প্রবণ মিশ্র-বাষ্প উৎপন্ন হয়; উহা কোনরূপে অগ্নি সংযুক্ত হইলে সশব্দ ফোঁটিন উপস্থিত হইয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা। এজন্য কিয়ৎক্ষণ অপেক্ষা করিয়া অর্থাৎ কাচপাত্রের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বহির্গত হইয়া গেলে পর তন্মধ্যে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প সঞ্চয় করা কর্তব্য।

কিন্তু লৌহ প্রভৃতি অপর কয়েকটা ধাতু লোহিতোত্তপ্ত না হইলে এই ক্রিয়া সংসাধিত হয় না। একটা লৌহ নির্মিত নলের তিতর কতকগুলি লৌহশলাকা পুরিয়া গ্যাস বাজিতে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ এক মুখ দিয়া তন্মধ্যে জল-বাষ্প প্রবেশ করাইলে উহা বিস্ফিট হইয়া যায় এবং নলের অপর মুখ দিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প নির্গত হইতে থাকে। কাচনল সংযোগ এই বাষ্পকে নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যাইতে পারে।

৪র্থ। জলমধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালন করিলে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। জল তাড়িত-অপরিচালক বলিয়া উহাতে অল্প পরিমাণে সল্-ফিউরিক্ স্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে বিশ্লেষণ ক্রিয়া সহজে সম্পাদিত হয়।

**স্বরূপ ও ধর্ম্ম।**—হাইড্রোজেন্ গন্ধহীন, বর্ণহীন, ও স্বাদবিহীন বায়বীয় পদার্থ। ইহা বিষাক্ত পদার্থ নহে। হাইড্রোজেন্ বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ১৪.৫ গুণ ও অক্সিজেন্ অপেক্ষা ১৫.৯৬ গুণ লঘু; ইহা আবিষ্কৃত মূল পদার্থ সমূহের মধ্যে সর্বাপেক্ষা লঘু পদার্থ।

হাইড্রোজেন্-পূর্ণ পাত্র অনাবৃত রাখিলে স্বল্পকালের মধ্যে হাইড্রোজেন্ উড়িয়া যায় এবং বায়ু উহার স্থান অধিকার করে; একারণ এই বাষ্প-পূর্ণ পাত্র সর্বদা নিম্নমুখে রক্ষিত হয়।

২১শ পরীক্ষা।—একটা কাচপাত্র নিম্নমুখ করিয়া ঠিক মুখের নীচে একটা হাইড্রোজেন্-পূর্ণ পাত্র অঙ্গে অঙ্গে উর্দ্ধমুখ কর। হাইড্রোজেন্ বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া উর্ধ্বে উখিত হইয়া নিম্নমুখ পাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে। এক্ষণে একটা জলস্ত বাতি উভয় পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও; নিম্নমুখ পাত্রের মুখে হাইড্রোজেন্ জ্বলিতে থাকিবে কিন্তু উর্দ্ধমুখ পাত্রের মুখে কোন শিখা দেখিতে পাইবে না, কারণ হাইড্রোজেন্ উহা হইতে ইতিপূর্বে নির্গত হইয়া গিয়াছে।

হাইড্রোজেন্ বাষ্প যে বায়ু অপেক্ষা লঘু তাহা নিম্নলিখিত দুইটা পরীক্ষা দ্বারা সুন্দর রূপে প্রমাণিত হয়।

২২শ পরীক্ষা।—একটা কলোডিয়ন্ (Collodion), নির্মিত বেলুন (Balloon) হাইড্রোজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ কর। বেলুন ফীত হইলে উহার মুখ দ্বারা বন্ধ করতঃ ছাড়িয়া দাও—বেলুন উর্ধ্বে উড়িয়া যাইবে। যে সকল প্রকাণ্ড বেলুন আরোহী সমেত আকাশপথে উড়ীয়মান হয়, হাইড্রোজেন্, ক্যালগ্যাস বা অপর কোন বায়ু অপেক্ষা লঘু বাষ্প দ্বারা উহাদিগকে পূর্ণ করা যায়।

২৩শ পরীক্ষা।—জলে সাবান গুলিয়া উহার মধ্যে হাইড্রোজেন বাষ্প প্রবেশ করাও । হাইড্রোজেনের বুদ্বুদগুলি সাবানজলের স্থল আবরণ মধ্যে থাকিয়া লঘু হেতু উপরে উড়িয়া যাইবে ।

সাবানের জলে হাইড্রোজেনের পরিবর্তে বায়ু প্রবেশ করাইলে বুদ্বুদগুলি গুরুভার হেতু উর্দ্ধগামী না হইয়া নিম্নগামী হইয়া থাকে ।

হাইড্রোজেন বায়ুর জ্বাল শব্দবহু নহে । ইহা অগ্নি সংযোগে জ্বলিতে থাকে, কিন্তু অক্সিজেনের জ্বাল দাহন কার্যের সহায়তা করে না ।

২৪শ পরীক্ষা।—হাইড্রোজেন পূর্ণ বোতল নিম্নমুখ করিয়া তন্মধ্যে তার-সংলগ্ন একটি জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও । হাইড্রোজেন বোতলের মুখে নিম্প্রভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকিবে, কিন্তু বাতিটা নিবিয়া যাইবে ।

হাইড্রোজেন জলিবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে । ( ৭৯ পৃষ্ঠায় ১৬শ পরীক্ষা দেখ ) ।

হাইড্রোজেনের শিখা নিম্প্রভ ও প্রায় বর্ণহীন, কিন্তু উক্ত শিখার তাপ-মাত্রা অত্যন্ত অধিক । লোহের তার এই শিখার মধ্যে ধারণ করিলে অনতিবিলম্বে দ্রব হইয়া অক্সিজেন বিকীরণ করে, এবং প্লাটিনম ধাতুর তার অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠে ।

প্যালেডিয়ম, প্লাটিনম প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু হাইড্রোজেন বাষ্প শোষণ করে ।

হাইড্রোজেন বাষ্প বায়ু বা অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে একটি ফোটনশীল মিশ্র-বাষ্প উৎপন্ন হয় । দীপালোক সংযোগে ইহার সশব্দ ফোটন হইয়া থাকে ।

২৫শ পরীক্ষা।—একটি জলপূর্ণ সোডা ওয়াটারের বোতল জলপূর্ণ অপর একটি পাত্রে নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ কর । পরে বোতলটী উক্তরূপে ছিপি দ্বারা বদ্ধ করতঃ উহার উপরে পুরু কাপড় জড়াও, এবং ছিপিটা খুলিয়া বোতলের মুখে দীপালোক সংযোগ কর । বন্দুকের জ্বাল উন্নয়ন শব্দ করিয়া উক্ত বাষ্প মিলিত হইবে ।

হাইড্রোজেন বাষ্প জ্বলাইতে হইলে যে বোতলের মধ্যে উহা উৎপাদন করা যায়, তাহা হইতে বায়ু সম্পূর্ণরূপে নিষ্কাশিত হইয়া গেলে পর নলের মুখে আলোক সংযোগ করা উচিত ; নচেৎ বোতলই বায়ু

ও হাইড্রোজেন্ উভয়ে মিশ্রিত হইয়া পূর্ববৎ একটা মিশ্র-বাষ্প উৎপাদন করে; আলোকসংযুক্ত হইলে উহার ফোটন উপস্থিত হইয়া বোতল ভাঙ্গিয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা। এই জন্য হাইড্রোজেন্ বাষ্পে আলোক সংযোগ করিবার পূর্বে এ বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা উচিত।

২৬শ পরীক্ষা।—একটা ভল্টামিটার্ (Voltmeter) নামক যন্ত্রে জল রাখিয়া তাড়িত-কোষাবলীর সহিত উহাকে সংযুক্ত কর। জল বিদ্রিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ একত্রে মিশ্র-বাষ্প রূপে নির্গত হইবে। এই মিশ্র-বাষ্প একটা পিত্তলের পাত্রে রক্ষিত সাবানের জলের মধ্যে প্রবেশ করাও। দীপালোক সংযোগে মিশ্র-বাষ্প-পূর্ণ সাবানের বুদ্ধ-গুলির সশব্দ-ফোটন হইবে।

বায়বীয় অথবা অপর কোন মূল পদার্থ বাষ্পাবস্থায় যে পরিমাণে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হয়, তাহা স্থির করিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা মূল পদার্থ সমূহকে কতকগুলি শ্রেণীতে বিভক্ত করিয়াছেন।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, এক লিটার্ ক্লোরিন্ এক লিটার্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া দুই লিটার্ হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প উৎপাদন করে; ক্লোরিন্ কখনই সম আয়তন অপেক্ষা অধিক পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না। কিন্তু এক লিটার্ অক্সিজেন্ দুই লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত কখনই মিলিত হইতে পারে না, এবং এই মিলনে দুই লিটার্ জল-বাষ্প উৎপন্ন হইয়া থাকে। পুনশ্চ এক লিটার্ নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে হইলে শেযুক্ত পদার্থের তিন লিটারের ন্যূনে কখনই উভয়ের মিলন হইতে পারে না, এবং এই পরিমাণে উভয়ে মিলিত হইলেও দুই লিটার্ মাত্র গ্যামোনিয়া বাষ্প প্রস্তুত হয়। এইরূপে এক লিটার্ কার্বন্ চারি লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না, এবং এই পরিমাণে মিলিত হইয়া দুই লিটার্ মাত্র জলা-বাষ্প (Marsh gas) উৎপাদন করে। হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিডের ফস্ফিউলা HCl লিখিত হয় বলিয়া জল, গ্যামোনিয়া এবং জলা-বাষ্পের ফস্ফিউলা যথাক্রমে  $H_2O$ ,  $H_3N$ ,  $H_4C$  রূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, ক্লোরিন্, অক্সিজেন্, নাইট্রোজেন্ বা কার্ব-



নের এক আয়তন, হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইবার জন্য, শ্রেয়োক্ত পদার্থের যথাক্রমে ১, ২, ৩ ও ৪ আয়তন প্রয়োজন হয়, কিন্তু হাইড্রোজেনের পরিমাণ বিভিন্ন হইলেও উহাদিগের মিলনে যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের পরিমাণ কখনই দুই আয়তনের অধিক হয় না।

যে সকল মূল পদার্থের এক অণু অর্থাৎ এক আয়তন হাইড্রোজেনের এক অণু অর্থাৎ এক আয়তনের সহিত মিলিত হয়, তাহাদিগকে একাণব পদার্থ (Monad) কহে। ক্লোরিন, ব্রোমিন, আইওডিন প্রভৃতি এক একটী একাণব পদার্থ।

মূল পদার্থের এক অণু হাইড্রোজেনের দুই অণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থকে দ্ব্যাণব পদার্থ (Dyad) কহা যায়; যেমন অক্সিজেন, গন্ধক ইত্যাদি।

মূল পদার্থের ১ অণু হাইড্রোজেনের ৩ অণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থ ত্র্যাণব (Triad) বলিয়া অভিহিত হয়; যথা নাইট্রোজেন, কনকরান, আর্সেনিক ইত্যাদি।

মূল পদার্থের ১ অণু হাইড্রোজেনের ৪ অণুর সহিত মিলিত হইলে ঐ পদার্থ চতুরাণব (Tetrad) বলিয়া উক্ত হয়; যথা কার্বন, সিলিকন ইত্যাদি।

এইরূপে কোন কোন মূল পদার্থ পঞ্চাণব (Pentad), ষষ্ঠাণব (Hexad) প্রভৃতিও হইয়া থাকে।

এই নিয়মাত্মসারে মূল পদার্থদিগকে একাণব, দ্ব্যাণব প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

হাইড্রোজেনের সহিত অপর একটী মূল পদার্থের রাসায়নিক মিলনে যে যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহাকে হাইড্রাইড (Hydride) কহে।

## চতুর্থ পরিচ্ছেদ ।

— ০ —

### অক্সিজেন্ ( Oxygen )

সাক্ষেতিক চিহ্ন O, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬.০০ ।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানবিদ প্রিষ্টলী ( Priestley ) এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন ।

অক্সিজেন্ পৃথিবীস্থ অধিকাংশ পদার্থের উপাদান এবং অপরাপর মূল পদার্থ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় । পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে ভূ-স্তর মধ্যে শতকরা ৫০ ভাগ, জলে নয় ভাগের মধ্যে ৮ ভাগ, এবং বায়ুতে পাঁচ ভাগের মধ্যে প্রায় ১ ভাগ অক্সিজেন্ বিদ্যমান থাকে ।

**প্রস্তুতকরণ প্রণালী**—কতকগুলি অক্সিজেন-ঘটিত পদার্থ হইতে অক্সিজেন্কে সহজে পৃথক করা যায় ; লোহিত পারদ অক্সাইড্ এবং ক্লোরেট্ অব পটাশ্ নামক দুইটা পদার্থ ইহাদিগের মধ্যে প্রধান ।

১ম। লোহিত পারদ অক্সাইড্ উত্তাপ সংযোগে বিস্ফোট হইয়া অক্সিজেন্ উৎপাদন করে ( ৭৫ পৃষ্ঠার ৪র্থ পরীক্ষা দেখ ) ।

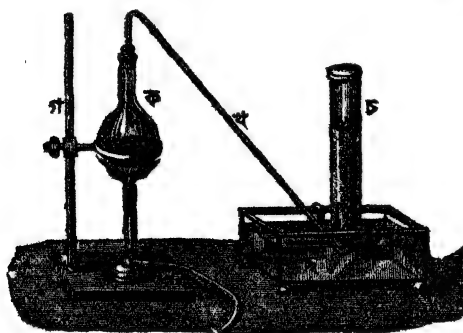
২য়। ক্লোরেট্ অব পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বিস্ফোট হইয়া অক্সিজেন্ নির্গত হয় ।

২য়শ পরীক্ষা।—একটি পরীক্ষানলের মধ্যে ক্লোরেট্ অব পটাশের চূর্ণ রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর ; পদার্থটি জ্বল হইয়া ফুটিতে থাকিবে এবং উহা হইতে একটি অদৃশ্য বাপ নির্গত হইবে । একটি অগ্নিমুখ বীণশলাকা উক্ত পরীক্ষানলের মধ্যে নিমজ্জিত কর ; উহা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইবে ।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ উত্তাপ সংযোগে বিস্ফিট হইয়া যে অক্সিজেন্ উৎপাদন করে তাহারই সংস্পর্শে নিক্সাগোমুখ দীপ শলাকা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে ।

ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ (Manganese Di-oxide) নামক কৃষ্ণবর্ণ যৌগিক পদার্থ ম্যাঙ্গানীজ্ ধাতু ও অক্সিজেনের মিলনে উৎপন্ন । ক্লোরেট্ অব্ পটাশের সহিত ইহাকে সমভাগে মিশ্রিত করিলে সামান্য উত্তাপেই ক্লোরেট্ হইতে অক্সিজেন্ নির্গত হইয়া থাকে, এজন্য অক্সিজেন্ প্রস্তুত কালে এই দুই পদার্থ একত্রে মিশ্রিত হইয়া ব্যবহৃত হয় । এই প্রক্রিয়াতে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের কোন পরিবর্তন সংঘটিত হয় না ।

২০শ পরীক্ষা—একটা কাচ-কুপী (৩০শ চিজ, ক) মধ্যে ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ পুরোক্ত পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া রাখ । একটা বক্স কাচ নল (খ) সংযুক্ত ছিপি দ্বারা কুপীর মুখ বন্ধ করিয়া দাও । লৌহ নির্মিত রিটর্ট্ ট্যাণ্ডের (গ) উপর কুপীটা স্থাপন করিয়া নিম্নদেশে স্পিরিট্ বা গ্যাস্ বাতি দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর ।



৩০শ চিজ ।

একটা আয়তবর্ষ জলপূর্ণ কাচপাত্রে (চ) জল পূরিতা অপর একটা জলপূর্ণ পাত্র (হ) মধ্যে নিম্ন মুখ করিয়া নিমজ্জিত কর । উত্তাপ প্রয়োগে প্রথমতঃ কাচকুপীর মধ্যস্থিত বায়ু নির্গত হইয়া বাইবে গারে বন্ধন বন্ধ নল দিয়া শুদ্ধ অক্সিজেন্ নির্গত হইতে থাকিবে অর্থাৎ বন্ধন একটা অগ্নি-মুখ দীপ-শলাকা নলের মুখে ধারণ করিলে জ্বলিয়া উঠিবে তখন উক্ত নল নিম্নস্থ জলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও । অক্সিজেন্ বায়ু জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্ধদাকারে বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে ।

**স্বরূপ ও ধর্ম**—অক্সিজেন্ রূপ, গন্ধ ও স্বাদহীন অদৃশ্য বায়-  
বীয় পদার্থ। বায়ু অপেক্ষা ইহা কিছুদধিক (১.১০৫৬ গুণ) ভারী।  
সহজ বায়ু-চাপের ৩২০ গুণ অধিক চাপে এবং— $180^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় অক্সি-  
জেন্কে বায়বীয় অবস্থা হইতে তরলাবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে।

অক্সিজেনের সহিত অল্প পদার্থের রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইলে  
যে ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তাহাকে অক্সিজেন-সংযোগ (Oxidation) কহে।  
এরূপ স্থলে যখন উত্তাপ ও আলোক উদ্ভূত হয়, তাহাকে দাহন প্রক্রিয়া  
(Combustion) কহে। এ বিষয় ইতিপূর্বে বিস্তারিত রূপে বর্ণিত হই-  
য়াছে (২৩ পৃষ্ঠা দেখ)।

কতকগুলি পদার্থ সহজ তাপ-মাত্রায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত  
হয়; পূর্বে যে লৌহের উপর মরিচা সংলগ্ন হইবার কথা উল্লেখ করা  
গিয়াছে, তাহা এই বিষয়ের উত্তম দৃষ্টান্তস্থল। পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্  
ঐচ্ছিক কতিপয় ধাতু সহজ উত্তাপেই অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় কিন্তু  
উত্তাপ ব্যতীত অক্সিজেনের সহিত অধিকাংশ পদার্থের রাসায়নিক সম্মি-  
লন উপস্থিত হয় না। যে সকল পদার্থ বায়ুমধ্যে দগ্ধ হয় অথবা সহজে  
দগ্ধ হয় না, শুদ্ধ অক্সিজেন্ সংযোগে তাহাদিগের দাহন কার্য্য সতেজে  
সম্পন্ন হইয়া থাকে, কারণ বায়ু মধ্যে অক্সিজেনের পরিমাণ এক-  
পঞ্চমাংশের অধিক নহে।

২০শ পরীক্ষা।—একটি বক্রমুখ তাম্রতারে ছোট মোমবাতি বিদ্ধ করিয়া প্রজ্জ্বলিত করতঃ  
অক্সিজেন্ পূর্ণ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও। বর্ত্তিকা অধিকতর উজ্জ্বল আলোক নিঃস-  
রণ করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৩০শ পরীক্ষা।—প্রজ্জ্বলিত বাতিটী নির্ব্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে ২ অক্সিজেনের  
বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও; বাতি পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইবে।

৩১শ পরীক্ষা।—এক খণ্ড কয়লা তারে বাঁধিয়া দীপালোকে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ  
অক্সিজেন-পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; কয়লা খণ্ড উজ্জ্বল আলোক ও ক্ষুদ্র  
নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

গন্ধক সহজ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু উত্তাপ  
সংযোগে উভয়ের মধ্যে সতেজে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়।

৫

৩২শ পরীক্ষা।—(খ) চিহ্নিত দীর্ঘ বাট বৃক্ষ তেলের গলার ন্যায় একটা পাত্রে (Deflagrating spoon) গন্ধক আলাইয়া অক্সিজেনের বোতলে (ক) নিমজ্জিত কর; গন্ধক বেগুণী বর্ণের আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে।



৩১শ চিত্র ।

৩৩শ পরীক্ষা।—পূর্বোক্ত পাত্রে ক্ষুদ্র এক খণ্ড কস্করাস রাখিয়া অগ্নিসংযোগ করতঃ অক্সিজেন-পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর; কস্করাস সশব্দে জ্বলিয়া উঠিবে, এবং দৃষ্টি-সম্পাপক তীব্র আলোক নিঃসৃত হইবে।

৩৪শ পরীক্ষা।—ম্যাগনেসিয়াম বাতুর একটা তার দীপশিখার আলাইয়া অক্সিজেনের বোতলে প্রবেশ করাও, অতীব উজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত করিয়া ম্যাগনেসিয়ামের তার পুড়িতে থাকিবে।

৩৫শ পরীক্ষা।—ঘড়ির স্প্রিংএর এক মুখে দ্রবীভূত গন্ধক সংলগ্ন করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে গন্ধক জ্বলিতে থাকে। কিন্তু ঘড়ির স্প্রিং পোড়ে না। এক্ষণে এই জ্বলন্তস্থ প্প্রিংটি অক্সিজেনের বোতলে নিমজ্জিত কর; প্রবল তেজের সহিত স্প্রিংটি দগ্ধ হইতে থাকিবে; এবং লোহিতবর্ণ গলিত লৌহ চতুর্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া মূল্যব দৃশ্য উৎপাদন করিবে।

একটি পুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে এই পরীক্ষা করিতে হয় নতুবা বোতলটি ভাঙ্গিয়া বাইবার সম্ভাবনা।

ফ্লোরিন (Fluorine) বাতীত অপর সকল মূল পদার্থের সহিত অক্সিজেন মিলিত হইয়া অক্সাইড (Oxide) নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে। প্রায় সকল অক্সাইডই জলের সহিত মিলিত হয়, তখন উহাদ্বিককে হাইড্রক্সাইড (Hydroxide) কহে; যথা—



অক্সাইড অর্থাৎ সোডিয়াম + জল = সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড।

অক্সাইডগুলি তিন শ্রেণীতে বিভক্ত। যথা—

১ম। দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ ( Acid forming Oxide ) ।

২য়। ধাতব অক্সাইড্ ( Basic Oxide ) ।

৩য়। পারঅক্সাইড্ ( Peroxide ) ।

দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ ।—অধাতব মূল পদার্থদিগের প্রায় সকল অক্সাইড্‌ই দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ অর্থাৎ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবক উৎপাদন করে ।

৩৬শ পরীক্ষা ।—পূর্বে যে দুইটি বোতলে গন্ধক ও ককরাস্ পোড়ান হইয়াছে, তদ্ব্যতীত লিট্মসের দ্রাবণ ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর, উক্ত দ্রাবণ লোহিতবর্ণ ধারণ করিবে। ইহার কারণ এই যে, গন্ধক এবং ককরাস্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্, প্রস্তুত করিয়াছে তাহারা দ্রাবক-ধর্মবিশিষ্ট । \*

ধাতব অক্সাইড্ ।—ধাতব অক্সাইড্‌দিগের মধ্যে কতকগুলি ক্ষার-ধর্ম-সম্পন্ন (Alkaline) এবং অপরগুলি নক্ষারান্ন ( Neutral ) ।

৩৭শ পরীক্ষা । ইতিপূর্বে যে বোতলে ম্যাগনেসিয়ম্ ধাতুর তার দগ্ধ করা হইয়াছে, তাহা পরীক্ষা করিলে তদ্ব্যতীত এক প্রকার বেতবর্ণ পদার্থ দৃশ্যবশিষ্ট থাকিতে দেখা যায়। এই পদার্থকে ম্যাগনেসিয়ম্ অক্সাইড্ কহে। ইহা ম্যাগনেসিয়ম্ ধাতুর সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন। লোহিত লিট্মসের দ্রাবণ অল্প পরিমাণে এই বোতলের মধ্যে ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর, দ্রাবণটা নীলবর্ণ ধারণ করিবে। ইহা হইবা ম্যাগনেসিয়ম্ অক্সাইড্ নামক ধাতব অক্সাইড্‌টি যে ক্ষার-ধর্ম সম্পন্ন তাহাই প্রমাণিত হয়।

যে ধাতব অক্সাইড্‌গুলি দ্রাবক বা ক্ষার-ধর্ম-বিশিষ্ট নহে, তাহারা নক্ষারান্ন অক্সাইড্ ( Neutral Oxide ) নামে অভিহিত। জিঙ্ক অক্সাইড্, পারদ অক্সাইড্ প্রভৃতি এক একটা নক্ষারান্ন অক্সাইড্ ।

ধাতব অক্সাইড্‌গুলি দ্রাবকের সহিত সহজে মিলিত হইয়া দ্রাবক-ভেদে নানাবিধ লবণ প্রস্তুত করে। জিঙ্ক অক্সাইডের সহিত সল্‌ফিউরিক্ স্যাসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া জিঙ্ক সল্‌ফেট্ ( Zinc Sulphate ) নামক লবণ প্রস্তুত হয়।

---

\* দ্রাবক সংযোগে নীলবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ লোহিত বর্ণ এবং ক্ষার সংযোগে লোহিতবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ নীলবর্ণ ধারণ করে।

পার' অক্সাইড্।—এই শ্রেণীর অক্সাইড্ সমূহে পূর্বোক্ত দুই শ্রেণীর অক্সাইড্ অপেক্ষা অক্সিজেনের পরিমাণ অধিক থাকে; ইহাদিগকে দহন করিলে অক্সিজেন্ নির্গত হয়। ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্, রেড্লেড্ (মেট্রিক্ সিল্ক্) প্রভৃতি এক একটা পার-অক্সাইড্। পার-অক্সাইড্দিগের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিড্ মিশ্রিত হইলে অক্সিজেন্ বাষ্প নির্গত হয়, কিন্তু ইহারা হাইড্রোক্লোরিক্ অ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরিন্ বাষ্প উৎপাদন করে।

### দ্রাবক ( Acid )

ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্দিগের সহিত জল মিশ্রিত হইলে বিভিন্ন দ্রাবক (Acid) উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্রাবকগুলি দুই শ্রেণীতে বিভক্ত—অনজারক বা খনিজ (Inorganic or Mineral) দ্রাবক এবং অজারক (Organic) দ্রাবক। হাইড্রোক্লোরিক্ অ্যাসিড্, সল্ফিউরিক্ অ্যাসিড্, নাইট্রিক্ অ্যাসিড্ ইত্যাদি খনিজ এবং সাইট্রিক্ অ্যাসিড্, টার্টারিক্ অ্যাসিড্ প্রভৃতি অজারক দ্রাবক। সকল দ্রাবকেই সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ধর্ম লক্ষিত হইয়া থাকে।

(ক) আত্মদান করিলে অগ্নতা বোধ হয়।

(খ) নীলবর্ণ একখণ্ড লিটমস্ কাগজ দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইলে লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

(গ) যে কোন কার্বনেটের সহিত মিশ্রিত হইলে ফুটন (Efferescence) হয়।

(ঘ) ক্লিনথ্যালিন্ নামক পদার্থের দ্রাবণে ক্ষার-পদার্থ মিশ্রিত হইলে যে গোলাপী বর্ণ উৎপন্ন হয়, তাহা দ্রাবক সংস্পর্শে বর্ণহীন হইয়া যায়।

(চ) মিথিল্ অরেঞ্জ্ নামক পদার্থের দ্রাবণ দ্রাবক সংযোগে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে।

### বেস্ ( Base )

যে পদার্থ কোন একটা দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া দ্রাবকের ধর্ম সম্পূর্ণরূপে নষ্ট করতঃ একটা নূতন পদার্থের (লবণ) সৃষ্টি করে, তাহাকে বেস্ কহে। সচরাচর ধাতুর অক্সাইড্গুলি বেস্ নামে অভিহিত।

ক্ষারপদার্থ (Alkalies)—পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে কতকগুলি খাতব অক্সাইড্ ক্ষার-ধর্মীকান্ত ; তন্মধ্যে পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্, ক্যালসিয়ম্ ও ক্যাল-  
সিয়ম্ খাতুর অক্সাইডগুলি সর্ব প্রধান । ইহারা ক্ষতকারী ক্ষার, (Caustic  
alkalis) অর্থাৎ শরীরের কোন স্থানে অধিকক্ষণ লাগাইলে বা হয় । ইহারা  
জলে দ্রবণীয় । ক্ষার-পদার্থদিগের মধ্যে সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ধর্ম পরি-  
লক্ষিত হয়—

(ক) ইহারা বিষাদ, মুখে দিলে বমনোদ্বেক হয় ।

(খ) লাল লিটমস্ কাগজ ইহাদিগের সংস্পর্শে নীলবর্ণ হয় ।

(গ) হরিত্রা মাখান কাগজ (Turmeric paper) যেতে লালবর্ণ  
(Brown) ধারণ করে ।

(ঘ) ফিনলথ্যালিনের বর্ণহীন দ্রাবণ গোলাপীবর্ণ ধারণ করে ।

(চ) মিথিল অরেঞ্জের দ্রাবণে দ্রাবক সংযোগে যে গোলাপী বর্ণ  
উৎপন্ন হয় তাহা নষ্ট হইয়া যায় ।

## লবণ (Salt)

যখন কোন দ্রাবকের সহিত বেসের মিলন উপস্থিত হইয়া এমন  
একটি অভিনব গুণ-বিশিষ্ট পদার্থ উৎপন্ন হয়, যাহা বেস বা দ্রাবক এতদ্-  
ভয়ের মধ্যে কোনটির ধর্ম প্রদর্শন করে না, সেই নবজাত পদার্থ লবণ  
নামে অভিহিত । লবণ বলিলেই খাদ্য লবণ বুঝায় না ; দ্রাবক ও বেস  
পরস্পর মিলিত হইলে স্ব স্ব ধর্ম বিবর্জিত হইয়া যে নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট  
যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে, তাহাকেই লবণ কহে । চূণ ও কার্বনিক  
ক্যালসিয়াম্ সংযোগে চা-খড়ি প্রস্তুত হয় ; চা-খড়ি একটি লবণ । এতদ্বিধ  
সোহাগা, যবক্ষার, ফটিকরি, হীরাকশ্ প্রভৃতি পদার্থগুলিও এক একটি  
লবণ । লবণ তিন প্রকার যথা—

১ম । প্রকৃত লবণ (Normal salt) ।

২য় । হাইড্রোজেন-যুক্ত লবণ (Acid salt) ।

৩য় । অক্সাইড-মিশ্রিত লবণ (Basic salt) ।



১য় । প্রকৃত লবণ ।—হাইড্রোজেন প্রায় সমস্ত দ্রাবকের একটা উপা-  
দান । কোন ধাতুর লবণ প্রস্তুত হইবার সময় দ্রাবকস্থ হাইড্রোজেনের  
স্থান উক্ত ধাতু দ্বারা অধিকৃত হয়, যথা  $(Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2)$  ;  
এখানে সল্ফিউরিক স্যাসিড্ স্থিত হাইড্রোজেনের স্থান জিঙ্ক ধাতু দ্বারা অধি-  
কৃত হইয়া জিঙ্ক সল্ফেট্ ( Zinc Sulphate ) নামক লবণ প্রস্তুত হইয়াছে ।  
এইরূপে দ্রাবকের হাইড্রোজেনের স্থান ধাতু দ্বারা সম্পূর্ণরূপে অধিকৃত হইয়া  
যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে প্রকৃত লবণ কহে ।

২য় । হাইড্রোজেন-যুক্ত লবণ ।—দ্রাবকে হাইড্রোজেনের স্থান ধাতু  
দ্বারা আংশিকরূপে অধিকৃত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে হাইড্রো-  
জেন-যুক্ত লবণ কহে । বাই-কার্বনেট্ অব্ সোডা ( Bi-Carbonate  
of Soda ) একটা হাইড্রোজেন-যুক্ত লবণ । ইহার সান্দ্রত্বিক চিহ্ন ( For-  
mula )  $NaHCO_3$  ; এস্থলে সোডিয়াম্ ধাতু ( Na ) কার্বনিক্ স্যাসিড্  
(  $H_2CO_3$  ) হইতে হাইড্রোজেনকে আংশিকরূপে স্থানচ্যুত করিয়াছে ।  
হাইড্রোজেনকে সম্পূর্ণরূপে স্থানচ্যুত করিলে কার্বনেট্ অব্ সোডা  
(  $Na_2CO_3$  ) নামক প্রকৃত লবণ উৎপন্ন হয় ।

৩য় । অক্সাইড-মিশ্রিত লবণ ।—লবণের সহিত ঐ ধাতুর অক্সাইড্  
মিশ্রিত থাকিলে উক্ত লবণকে অক্সাইড্-মিশ্রিত লবণ বা বেসিক্ সল্ট  
কহে ; সৰ্ব-নাইট্রেট্ অব্ লেড্ ( Sub-Nitrate of Lead ) ইহার একটা  
উদাহরণ স্থল । ইহাতে নাইট্রেট্ অব্ লেড্ নামক সীসধাতুর লবণের  
সহিত উক্ত ধাতুর অক্সাইড্ মিশ্রিত থাকে ।

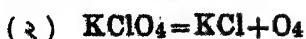
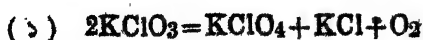
“ইক্” ও “অন্” শব্দান্ত দ্রাবক ।—কোন কোন অধাতব  
মূল পদার্থ বিভিন্ন পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া একের  
অধিক দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ প্রস্তুত করে ; যথা  $SO_2$  এবং  $SO_3$  ।  
এস্থলে গন্ধকের ( S ) এক অণু অক্সিজেনের দুই ও তিন অণুর সহিত  
মিলিত হইয়া যথাক্রমে সল্ফার ডাই-অক্সাইড্ (  $SO_2$  ) ও সল্ফার ট্রাই-  
অক্সাইড্ (  $SO_3$  ) নামক দুইটা বিভিন্ন দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ উৎ-  
পাদন করিয়াছে । অধিক পরিমাণ অক্সিজেনযুক্ত অক্সাইড্ হইতে

যে সকল দ্রাবক উৎপন্ন হয়, রাসায়নিক পণ্ডিতেরা তাহাদিগের অন্তে “ইক্” (ic) শব্দটি যোগ করেন এবং অল্প পরিমাণ অক্সিজেনযুক্ত অক্সাইড্ হইতে যে সকল দ্রাবক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে “অন্” (ous) শব্দটি যোগ করিয়া উভয়বিধ দ্রাবকের মধ্যে পার্থক্য স্থাপন করেন। সল্ফ্যুর্ ডাই-অক্সাইড্ ( $SO_2$ ) জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্ফিউরস্ স্যাসিড্ (Sulphurous Acid) প্রস্তুত হয়; কিন্তু সল্ফ্যুর্ ট্রাই-অক্সাইড্ ( $SO_3$ ) জলের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ (Sulphuric Acid) উৎপাদন করে।

“ইক্” শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল লবণ প্রস্তুত করে, তাহাদিগের অন্তে “এট্” (ate) শব্দ যোগ করা হয়, যেমন জিন্ক্ সল্ফেট্ (Zinc Sulphate); এস্থলে জিন্ক্ ধাতুর অক্সাইড্ সল্ফিউরিক্ স্যাসিডের সহিত মিলিত হইয়া এই লবণ উৎপাদন করে।

“অন্” শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইলে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে “আইট্” (ite) শব্দ যোগ করা যায়, যেমন পোটাসিয়ম্ নাইট্রাইট্ (Potassium Nitrite); এস্থলে পোটাসিয়ম্ ধাতুর অক্সাইডের সহিত নাইট্রস্ স্যাসিডের মিলন উপস্থিত হইয়া এই লবণ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে, ক্লোরেট্ অব্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ নির্গত হয়। ৩৯.১ ভাগ ওজনে পোটাসিয়ম্, ৩৫.৫ ভাগ ওজনে ক্লোরিন্ ও ৪৮ ভাগ ওজনে অক্সিজেন্ একত্রে সম্মিলিত হইয়া ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ উৎপন্ন হয়, এজন্ত ইহার ফর্মিউলা  $KClO_3$ । এই পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে প্রথমতঃ অক্সিজেন্ কিয়ৎ পরিমাণে নির্গত হয়, পরে উত্তাপের আধিক্য হইলে সমস্ত অক্সিজেন্ই বহির্গত হইয়া যায়। যথা—



এই স্থলে দেখা যাইতেছে প্রথমতঃ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ বিশ্লিষ্ট হইয়া পাল্পেট্ অব্ পটাশ্, ক্লোরাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপাদন করে।

পরে অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পাক্সেট, অব্ পটাশ্ বিস্লিট হইলে ক্লোরাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপন্ন হয় ।

উপরোক্ত রাসায়নিক সমীকরণ সাহায্যে নির্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে কি পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া বাইতে পারে তাহা সহজ অঙ্ক দ্বারা নির্ণয় করিতে পারা যায় । আমরা পূর্বেই বলিয়াছি যে, পোটাসিয়ম্ ক্লোরেটের ফর্মিউলা  $KClO_3$  সুতরাং ইহার আণবিক ভর ১২২.৬ ( $K=৩৯.১+Cl=৩৫.৫+O_3=৪৮$ ) এবং উত্তাপ সংযোগে উহা হইতে সমস্ত অক্সিজেন্ই বহির্গত হইয়া যায় । যদি ১২২.৬ ভাগ ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে ৪৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা হইলে যে কোন নির্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে কত অক্সিজেন্ পাওয়া বাইবে, তাহা সহজে ত্রৈাশিক দ্বারা নির্ণীত হইতে পারে ।

অক্সিজেন্ বাষ্প প্রাণীদিগের জীবন ধারণের প্রধান উপায় । আমরা নিশ্বাসের সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ বাষ্প গ্রহণ করিয়া থাকি ; ইহা কুসুম্ মধ্যস্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয় এবং যুহ্ দাহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরের উত্তাপ সংরক্ষণ করে । শরীরের অভ্যন্তরস্থ এই দাহন-ক্রিয়ার ফলস্বরূপ কার্বনিক্ অ্যাসিড্ বাষ্প প্রভৃতি যে সকল দূষিত পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার অধিকাংশ প্রাণাসের সহিত নির্গত হইয়া যায় । এইরূপে জীবগণের অবিরাম শ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের লোপ এবং তৎপরিবর্তে কার্বনিক্ অ্যাসিড্ বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইবার সম্ভাবনা ; এক্ষণে বায়ু জীবগণের জীবন-ধারণের পক্ষে সম্পূর্ণ অস্বপযোগী । কিন্তু করুণাময় পরমেশ্বর অন্য এক আশ্চর্য্য কৌশল দ্বারা এই বিপৎপাতের সম্পূর্ণ নিরাকরণ করিয়াছেন । আমরা যেক্ষণ নিশ্বাসের সহিত বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া থাকি, উদ্ভিদ জগৎও সেইরূপ বায়ু হইতে কার্বনিক্ অ্যাসিড্ বাষ্প নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া থাকে ; পরে সূর্যালোক সাহায্যে উক্ত বাষ্প হইতে আহার পৃথক্ করিয়া শরীর পোষণের নিমিত্ত সঞ্চয় করিয়া রাখে এবং অক্সিজেন্ বাষ্প প্রাণাসের সহিত পরিত্যাগ করে । এখানে দেখা বাইতেছে যে, উদ্ভিদ

জগতের বাস-ক্রিয়া জীবজগতের বাস-ক্রিয়ার সম্পূর্ণ বিপরীত ; জীবজগতে বাহ্য দূষিত বলিয়া পরিত্যক্ত হয়, উদ্ভিদ-জগৎ তাহা নিবাসরূপে গ্রহণ করে এবং উদ্ভিদ-জগৎ বাহ্য অনাবৃত্তক বলিয়া পরিত্যক্ত করে, জীবজগৎ দ্বারা তাহাই নিবাসরূপে গৃহীত হয়। এইরূপে উদ্ভিদ ও জীব-জগতের বিপরীত কার্য দ্বারা বায়ু সর্বদা স্বাভাবিক অবস্থায় থাকিয়া আশাক্রিগের জীবনধারণোপযোগী হইয়া থাকে।

সম্প্রতি অস্মিজেন্ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইতেছে। ফুফুস-প্রবাহ (Pneumonia) প্রভৃতি কতিপয় রোগে ফুফুস স্বকার্যে অগত্বে হয় বলিয়া বাস-ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা উপস্থিত হয়, একারণ অস্মিজেন্ ঔষধরূপে রক্তের সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না। সুতরাং দূষিত রক্ত সঞ্চালনের কল-স্বরূপ বাসরোধে মৃত্যু ঘটয়া থাকে। এরূপ হলে বিত্তক অস্মিজেন্ বাষ্প নল দ্বারা ফুফুসের মধ্যে প্রবেশ করাইলে রক্ত শোষন করতঃ অনেক রোগীর জীবন ধারণের উপায়স্বরূপ হইয়া থাকে।

## ওজোন (Ozone)

ইহা অস্মিজেনের একটা ভিন্নরূপ মাত্র। ওজোন ঘন অস্মিজেন্ ব্যতীত আর কিছুই নহে। ৩ ভাগ অস্মিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হইয়া ২ ভাগ ওজোন প্রস্তুত করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—১ম। বায়ু বা অস্মিজেন্ বাষ্প মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত করিলে অস্মিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হয় এবং উহার কিয়দংশ ওজোনে পরিণত হয়।

২য়। ফুফুসান বায়ু মধ্যে অনাবৃত্ত অবস্থায় রাখিলে ওজোন প্রস্তুত হয়।

৩য় পরীক্ষা।—একটা আরমতবুথ বড় কাচের বোতলের মধ্যে অল্প জল রাখিয়া তলদেশে একখণ্ড ফুফুসান এরূপ ভাবে স্থাপন কর যে উহার অঙ্গাংশে মাত্র জলের উপরিভাগে অবস্থিত করে। পরে একটা কাচের হিপি দ্বারা বোতলের মুখ বন্ধ করিয়া দাঁড়, ১০ বা ১৫ মিনিট পরে একখণ্ড কাগজ বেতু-সার ও আইওডাইড অব.

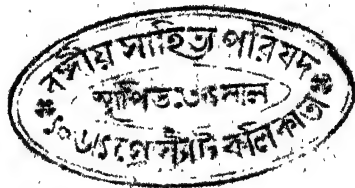
পোটাসিয়ামের মিশ্র জাবনে মিশ্র করিয়া উল্লম্বো নিমজ্জিত কর। কাগজখানি নীলবর্ণ হইয়া বাইবে। ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে বোতলের মধ্যে ওজোন প্রস্তুত হইয়াছে।

**স্বরূপ ও ধর্ম।**—ওজোন বর্ণহীন, অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ। ইহার এক প্রকার গন্ধ আছে। তাড়িত-বজ্র পরিচালনের সময় এই গন্ধ অল্পভূত হইয়া থাকে। এই বাষ্প অক্সিজেন অপেক্ষা ১.৫ গুণ ভারী। সমধিক চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহা তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে। অজারক পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ইহা স্ব-রূপ পরিত্যাগ করে, এজন্ত বহু জনাকীর্ণ নগরের অজারক পদার্থ মিশ্রিত বায়ু মধ্যে ওজোনের অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায় না। কেহ কেহ বলেন যে, ওজোন ম্যালেরিয়া ও কলেরার বীজ-নাশক। ৭

**স্বরূপ নিরূপণ।**—১। একখণ্ড কাগজ পোটাসিয়াম আইওডাইড ও বেত-সারের মিশ্র জাবনে মিশ্র করিয়া ওজোন বাষ্প মধ্যে রাখিলে নীলবর্ণ হইয়া যায়। এ পরীক্ষাটি একেবারে অমলমুগ্ধ নহে; নাইট্রস অক্সাইড, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রভৃতি কয়েকটি বাষ্পও এইরূপ প্রতিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

২। লোহিতোদ্ভূত কাচনলের মধ্যে ওজোন প্রবেশ করাইলে উহা অক্সিজেন বাষ্পে পরিণত হয়। নাইট্রস অক্সাইড প্রভৃতি উপরোক্ত কয়েকটি বাষ্পে এরূপ পরিবর্তন লক্ষিত হয় না, সুতরাং ইহাই ওজনের উৎকৃষ্ট পরীক্ষা।

---



## পঞ্চম পরিচ্ছেদ ।

— ০ —

### বায়ু-মণ্ডল (Atmosphere)

পৃথিবী বায়ু-মণ্ডল দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়া আছে। ভূতল হইতে ৪৫ মাইল উর্দ্ধ পর্যন্ত বায়ু-মণ্ডল বিস্তৃত; তদুপরি বায়ু এত তরল যে, উহার অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারা যায় না।

বায়ু অদৃশ্য পদার্থ—সঞ্চালিত হইলে স্পর্শজিয় দ্বারা আমরা উহার অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারি। ইহা গন্ধ ও বর্ণহীন, এবং অদৃশ্য হইলেও ইহার কিঞ্চিৎ ভার আছে।

৩২শ পরীক্ষা।—পিস্তলের ষ্টপ্ কক্ (Stop Cook) যুক্ত কুপীর আকারের একটি কাচপাত্র বায়ু-নির্ঘাণ যন্ত্র (Air-Pump) দ্বারা বায়ুশূন্য করতঃ ওজন করিয়া ষ্টপ্ কক্টি খুলিয়া দাও; বায়ু সশব্দে তন্মধ্যে প্রবিষ্ট হইবে এবং কাচপাত্রের ওজন পূর্বাপেক্ষা অধিক হইবে। কাচপাত্র মধ্যে যে বায়ু প্রবিষ্ট হইয়াছে, তাহাই এই অভিরিক্ত ভারের কারণ।

বায়বীয় পদার্থ মাঝেই স্থিতিস্থাপক অর্থাৎ পেষণে সঙ্কুচিত হয় কিন্তু চাপ অপসৃত হইলেই উহা পূর্বায়তন প্রাপ্ত হয়। বায়ু এই সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়মের বহির্ভূত নহে।

বায়ুর ভার আছে বলিয়া বায়ু-মণ্ডলের নিম্ন-স্তরসমূহ উপরের স্তর দ্বারা পেষণ হেতু অধিকতর ঘন, সুতরাং অধিক ভারী। এই ৪৫ মাইল বিস্তৃত বায়ু-মণ্ডলের ভার পৃথিবীস্থ চেতন, অচেতন প্রভৃতি সকল পদার্থই সমভাবে বহন করিতেছে। এই ভার নিতান্ত অল্প নহে, পদার্থের প্রতি বর্গ ইঞ্চির উপর ১৫ পাউণ্ড বা সীড়ে সাত সের বায়ুভার চাপান রহিয়াছে। একটা মহাব্যাদেহের বিস্তৃতি প্রায় ২৩০৪ বর্গ ইঞ্চি, সুতরাং প্রতি মহাব্যাদেহ একটা অসম্ভব ভার (প্রায় ৪৭০ মণ) নিয়ত বহন করিতেছেন এক্ষণে সহজেই প্রাণ হইতে পারে যে আমরা এত গুরু ভার

বহন করিয়াও অসম্ভব করিতে পারি না কেন? ইহার কারণ এই যে বায়ু-চাপ পদার্থের চতুর্দিকে সমভাবে নিপতিত থাকে সুতরাং এক দিকের গুরু ভার অস্ত্রদিকের গুরুভার দ্বারা প্রত্যাভিত হয় বলিয়া আমরা এই বিষয় গুরু ভার একেবারেই অসম্ভব করিতে পারি না ।

কিরূপ গুরুতর ভার পদার্থ মাত্রেরই উপর জন্ত রহিয়াছে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা স্পষ্টরূপে প্রমাণিত হয় ।

৪০-খ পরীক্ষা।—দুই মুখ খোলা একটা আয়ত কাচনলের একমুখে একখানি রবারের চাবর যন্ত্র দ্বারা দুচক্রণে বন্ধ কর, পরে খোলা মুখের চতুর্দিকে বোম লাগাইয়া বায়ু-নির্ধ্যাণ যন্ত্রের ছিদ্রের উপর উত্তমরূপে আঁটিয়া বসাইয়া দাও । বরফী চালাইলে নল হইতে বায়ু ক্রমশঃ নিষ্কাশিত হইতে থাকিবে সুতরাং বহিঃস্থ বায়ুমাণির অপ্রতিভত চাপ রবারের আয়তনের উপর পতিত হইলে উহা পেষিত হইয়া নলের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে; পরে বায়ু-চাপের অভিশর আধিক্য হইলে রবারের আয়তনটা সশব্দে কাটিয়া বাইবে ।

বায়ু-চাপ যে যন্ত্র দ্বারা পরিমিত হয়, তাহাকে বায়ু-মান (Barometer) কহে । ইহা অতি সহজ উপায়ে নির্মিত হইয়া থাকে । পার্শ্বে এই যন্ত্রের একটা চিত্র প্রদর্শিত হইল ।

৪১ পরীক্ষা—৩৩ ইঞ্চি লম্বা এক মুখ খোলা একটা কাচনল ( ক ) পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ খোলা মুখ বৃদ্ধাঙ্গুলির দ্বারা উত্তমরূপে বন্ধ করিয়া উহা একটা পারদপূর্ণ আয়ত পাত্রের ( খ ) মধ্যে নিরমুখে স্থাপন কর । এরূপে স্থাপিত হইলে নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদ কির-  
বংশ বাহিয়া একস্থানে স্থায়ী হইয়া রহিবে । এক্ষণে আয়ত পাত্রস্থিত পারদের উপরিতাপ ~~কৃত~~ এই স্থান পরিমাণ করিলে দেখিবে যে উহার দূরত্ব ৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার ।

পাত্রের মধ্যে নিরমুখে স্থাপিত এই নলটি বায়ুমান নামে পরি-  
চিত । নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদের উচ্চতার নুনাধিক্য দেখিয়া  
বায়ু-চাপ নির্ণীত হইয়া থাকে ।



৩২খ চিত্র ।

এই পরীক্ষা দ্বারা বুঝা যায় যে আয়তপাত্রস্থ পারদের উপর বায়ু-  
চাপ এত পেষণ করে যে তদ্বারা 'পারদ' নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি উর্দ্ধে  
উত্তীর্ণ হইয়া স্থিরভাবে থাকে । পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রতি

বর্গ ইঞ্চি পরিমিত স্থানে ১৫ পাউন্ড বায়ু-চাপ প্রাপ্ত আছে। যদি বায়ু-চাপ পূর্ব-পরীক্ষা-নির্দিষ্ট আরও পাত্তাহ পারদের উপর প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৫ পাউন্ডের অধিক হয়, তাহা হইলে পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চির উপরে উঠিবে কিন্তু বায়ু-চাপ ন্যূন হইলে পারদ ৩০ ইঞ্চির নীচে নামিয়া পড়িবে।

৪২শ পরীক্ষা।—একটা বায়ু-মান যন্ত্র বায়ু-নির্ধ্যাণ যন্ত্রের উপর নামিয়া সমান কাচপাত্র দ্বারা একপে আচ্ছাদিত কর যে, বহিঃ বায়ু কোন মতে তদ্ব্যতীত প্রবেশ করিতে না পারে। একপে কাচপাত্র মধ্য হইতে বায়ু নিষ্কাশিত করিয়া লইলে পারদ নলের মধ্যে ক্রমশঃ নামিয়া আসিবে।

ইহার কারণ এই যে, কাচপাত্রস্থ বায়ু যত নিষ্কাশিত হয়, পাত্র মধ্যে বায়ু-চাপের ততই হ্রাস হয়। সুতরাং পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি উঠে থাকিতে পারে না—ক্রমশঃ নামিয়া পড়ে।

কোন নির্দিষ্ট স্থানে বায়ু-চাপ ন্যূন হইলে ন্যূনতার প্রভেদে প্রবল বাত্যা হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্যন্ত উদ্ভিত হয়। বায়ুমান দ্বারা উক্ত স্থলের বায়ু-চাপ নির্ণয় করিয়া বাড়, বৃষ্টি প্রভৃতির গণনা হইয়া থাকে।

পৃথিবীতে যত গুলি বায়বীয় পদার্থ আছে, বায়ু-চাপের অন্তরতা বা আধিক্য হেতু তাহারায় আয়তনে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। সহজ বায়ু-চাপে কোন বায়বীয় পদার্থ যে স্থান অধিকার করে, অধিক বায়ু-চাপে সঙ্কুচিত হইয়া তদপেক্ষা অল্প স্থান এবং ন্যূন বায়ু-চাপে তদপেক্ষা অধিক স্থান অধিকার করিয়া থাকে।

তাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ ও শৈত্য সংযোগে সঙ্কোচন হয়, তাহা পূর্বে উক্ত হইয়াছে।

সুতরাং দেখা যাইতেছে যে অধিক তাপ ও অল্প বায়ু-চাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থ সমধিক প্রসারিত এবং শৈত্য ও অধিক বায়ু-চাপ সংযোগে সমধিক সঙ্কুচিত হইয়া থাকে।

অতএব কোন বায়বীয় পদার্থের ওজন অপর বায়বীয় পদার্থের ওজনের সহিত তুলনা করিতে হইলে উভয়কেই এক তাপ-মাত্রা ও এক বায়ু-চাপ-ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়। সহজ বায়ু-চাপে ও  $0^{\circ}\text{C}$  তাপ-



মাত্রায় ১ লিটার স্থান যে পরিমাণ বায়ু দ্বারা অধিকৃত হয়,  $0^{\circ}\text{C}$  অপেক্ষা অধিক তাপ-মাত্রা ও সহজ বায়ু-চাপ অপেক্ষা অল্প বায়ু-চাপে প্রসারণ হেতু উহা অপেক্ষা অল্প পরিমাণ হ্রতরাং অল্প ওজনের বায়ুদ্বারা ১ লিটার স্থান অধিকৃত হইবে। এইজন্য যখনই দুইটি বায়বীয় পদার্থের ওজনের তুলনা করিতে হয়, তখনই দুই পদার্থকেই একই তাপ-মাত্রা ও একই বায়ু-চাপে সমজায়তনব্যাপী করিয়া ওজন করিতে হইবে। বায়বীয় পদার্থদিগের ওজনের তুলনা করিতে হইলে অর্থাৎ একটা অপরটা অপেক্ষা কত ভারী বা লঘু স্থির করিতে হইলে সকলকেই  $0^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রা ও ৭৬০ মিলিমিটার বায়ু-চাপ ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়।

ইতি পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে  $0^{\circ}\text{C}$  ও ৭৬০ মিলিমিটার বায়ু-চাপে এক লিটার হাইড্রোজেনের ওজন  $০.০৮৯৬$  গ্রাম। অক্সিজেন্ হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা কত ভারী নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে  $0^{\circ}\text{C}$  ও সহজ বায়ু-চাপ-ভুক্ত করিয়া উহার ১ লিটারের ওজন কত হয় দেখিতে হইবে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে এইরূপ এক লিটার অক্সিজেনের ওজন  $১.৪২৯৮$  গ্রাম অর্থাৎ উহা হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা  $১৬$  গুণ ভারী ( $১.৪২৯৮ + ১৬ = ০.০৮৯৬$ )। এই রূপে মূল ও যৌগিক পদার্থ সমূহের ওজন হাইড্রোজেনের ওজনের সহিত তুলনা করিয়া নির্দিষ্ট হইয়াছে।

রাসায়নিক পরীক্ষা, শিল্প ও অন্যান্য কার্যের নিমিত্ত অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি বায়বীয় পদার্থ সর্বদা প্রস্তুত করিবার প্রয়োজন হয়। যে সকল পদার্থ হইতে এই সকল বায়বীয় পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে, তাহাদিগকে কি পরিমাণে ব্যবহার করিলে আবশ্যিক মত অক্সিজেন্ বা হাইড্রোজেন্ প্রাপ্ত হইতে পারি, তাহা প্রথমে অল্প কসিয়া নির্ধারণ করা উচিত। মনে কর,  $১৫^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রা ও ৭৫২ মিলিমিটার বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেন্ দ্বারা ১০ লিটার আয়তন বিশিষ্ট একটা গ্যাস্‌ব্যাগ পূর্ণ করিতে হইবে, কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ব্যবহার করিলে আমরা ঐ পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হইব? আমরা জানি যে  $১২২.৬$  গ্রাম ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ দহন করিলে  $৪৮$  গ্রাম অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায় এবং  $0^{\circ}\text{C}$  ও ৭৬০ মিলিমিটার বায়ু-চাপে ১০ লিটার অক্সিজেনের ওজন  $১৪.২৯৮$  গ্রাম। এক্ষণে দেখিতে হইবে যে  $১৫^{\circ}\text{C}$  তাপ-

আত্মা ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত ১০ লিটার্ অক্সিজেন্  $0^{\circ}\text{C}$  ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে ওজনে কত হইবে। পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে ২৭৩ আয়তন যে কোন বায়বীয় পদার্থ  $1^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রার বৃদ্ধিতে ২৭৪ আয়তন হয় ( ১৭ পৃষ্ঠা দেখ ), সুতরাং ২৭৩ আয়তন অক্সিজেন্  $1^{\circ}\text{C}$  এ  $২৭৩ + ১৫ = ২৮৮$  আয়তন হইবে। বায়ু-চাপ কম হইলে বায়বীয় পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়, সুতরাং ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে অক্সিজেনের যে আয়তন থাকে, ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার আয়তন তদপেক্ষা অধিক হয়, অতএব বহু-রাশিক-অঙ্ক দ্বারা আমরা ১০ লিটার্ অক্সিজেন্  $1^{\circ}\text{C}$  ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে আয়তনে কত হইবে তাহা সহজেই নিরূপণ করিতে পারি। যথা :—

$$\left. \begin{array}{l} ২৮৮ : ২৭৩ \\ ৭৬০ : ৭৫২ \end{array} \right\} :: ১০ : ক$$

∴ ক = ৯.৩৮ লিটার্ অক্সিজেন্।

অতএব ১০ লিটার্ অক্সিজেন্  $0^{\circ}\text{C}$  ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার ওজন যদি ১৪.২৯ গ্রাম্ হয়, তাহা হইলে  $1^{\circ}\text{C}$  ও ৭৫২ মিলিমিটার্ ভুক্ত ১০ লিটার্ ( অর্থাৎ ৯.৩৮ লিটার্ ) অক্সিজেনের কত ওজন হইবে— নিশ্চয়ই কম ওজন হইবে, যথা—

$$১০ : ৯.৩৮ :: ১৪.২৯ : ক$$

∴ ক = ১৩.৪১ গ্রাম্।

এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ১৩.৪১ গ্রাম্ অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিতে হইলে কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশের প্রয়োজন হয়; যদি ৪৮ ভাগ অক্সিজেন্ ১২২.৬ ভাগ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা হইলে ১৩.৪১ গ্রাম্ অক্সিজেন্ কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে উৎপন্ন হইবে ?

$$৪৮ : ১৩.৪১ :: ১২২.৬ : ক$$

∴ ক = ৩৪.২৫২ গ্রাম্ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্।

অতএব ৩৪.২৫২ গ্রাম্ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ দত্ত করিলে আমরা ১০ লিটার্ আয়তন বিশিষ্ট একটা গ্যাস্ ব্যাগ্  $1^{\circ}\text{C}$  ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেনের দ্বারা পূর্ণ করিতে পারি।

এই প্রণালী দ্বারা আমরা তাপ-মাত্রা ও বায়ু-চাপ ভেদে যে কোন বায়বীয় পদার্থের আয়তনের যে পরিবর্তন সাধিত হয় তাহা নির্ণয় করিতে পারি।

**বায়ু মিশ্র-পদার্থ**—বায়ু অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণে উৎপন্ন, ইহা রাসায়নিক যৌগিক নহে ; নিম্নলিখিত এটা কারণ দ্বারা ইহা প্রমাণিত হয়।

১। যখনই দুইটা বায়বীয় পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই উত্তাপ উদ্ভূত হয় এবং উৎপন্ন পদার্থের আয়তন উৎপাদক পদার্থ দিগের আয়তন হইতে বিভিন্ন হইয়া থাকে। বায়ু মধ্যে যে পরিমাণ অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন আছে, যদি আমরা সেই পরিমাণে এই দুই বাষ্পকে কোন পাত্রমধ্যে মিশ্রিত করি, তাহা হইলে উক্ত মিশ্র-বাষ্প সর্বথা বায়ুর দ্বারা কার্য্য করিলেও একরূপ মিশ্রণে উত্তাপ উৎপন্ন বা এতদুভয় পদার্থের আয়তনের কোন পরিবর্তন সংসাধিত হয় না। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে একরূপ ব্যতিক্রম কখনই লক্ষিত হইত না।

২। পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে একটা পদার্থ অপর একটা পদার্থের সহিত মিলিত হইলে পারমাণবিক গুরুত্ব সংখ্যার অনুপাত অনুসারে উভয়ের মিলন লক্ষ্যত হইয়া থাকে, অল্প কোন পরিমাণে উভয়ের মধ্যে মিলন সম্ভবে না। কিন্তু বায়ু মধ্যে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন যে পরিমাণে অবস্থিতি করে, তাহা উহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্ব সংখ্যার অনুপাত অনুসারে নহে—এজন্ত বায়ু কখনই রাসায়নিক যৌগিক হইতে পারে না।

৩। রাসায়নিক যৌগিক যে স্থানে যে অবস্থায় থাকুক না কেন, বিশ্লেষণ করিয়া দেখিলে উহার উপাদান সমূহের পরিমাণের কোন প্রভেদ দৃষ্ট হয় না, উপাদানগুলি যে পরিমাণে মিলিত হইয়া যৌগিক প্রস্তুত করে, কোন কারণেই তাহার ব্যতিক্রম দৃষ্ট হয় না ; কিন্তু বায়ুর মধ্যে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের পরিমাণ সর্বথা একরূপ থাকে না ; অবস্থান্তরে উক্ত পরিমাণের গুরুতর পার্থক্য লক্ষিত হয়। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে একরূপ প্রভেদ কখনই লক্ষিত হইত না।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, প্রতি ১০০ আয়তন বায়ুতে ৭২ আয়তন নাইট্রোজেন ও ২৮ আয়তন অক্সিজেন এবং প্রতি ১০০ ভাগ ওজনের বায়ুতে

৭৭ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেন্ ও ২৩ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ বিদ্যমান থাকে । বাহ্যিক ভাবে সে সকল পরীক্ষা এতদ্বারা বর্ণিত হইল না ।

নাইট্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ ব্যতীত অপর কয়েকটা পদার্থ বায়ু মধ্যে অল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায় ; কার্বনিক্ স্যাসিড্, জলবাষ্প ও স্যামোনিয়া তাহাদিগের মধ্যে প্রধান ।

প্রতি ১০,০০০ আয়তনের বায়ুতে প্রায় ৪ আয়তন কার্বনিক্ স্যাসিড্ বিদ্যমান থাকে । বাসগৃহ, বিদ্যালয়, সভাস্থল প্রভৃতি যে সকল স্থানে বহু লোকের সমাগম হয়, তত্ক্ষণাত্ বায়ুতে কার্বনিক্ স্যাসিডের পরিমাণ অধিক থাকে । একারণ এ সকল স্থানে বায়ু গমনাগমনের সুবন্দোবস্ত থাকা কর্তব্য, নতুবা কার্বনিক্ স্যাসিড্ বায়ু মধ্যে এককালে অধিক জমিয়া শ্বাসক্রিয়ার ব্যাঘাত উৎপাদন করে ।

জলবাষ্প ভিন্ন ভিন্ন স্থানের বায়ুতে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভিন্ন পরিমাণে অবস্থিতি করে । ইতিপূর্বে আমরা এ বিষয়ের আলোচনা করিয়াছি, সুতরাং এ স্থলে তাহার পুনরুল্লেখ নিম্নয়োজন ।

স্যামোনিয়া বাষ্প অতি সামান্য পরিমাণে বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে, দশ লক্ষ ভাগ বায়ুতে ১ ভাগের অধিক স্যামোনিয়া থাকে না । উদ্ভিদ-জগৎ শরীর পোষণের নিমিত্ত বায়ুস্থিত স্যামোনিয়া হইতে নাইট্রোজেন্ আহার্যরূপে গ্রহণ করে ।

এতদ্ব্যতীত অজ্ঞারক পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে । আমরা প্রাণসের সহিত সর্বদা স্বল্প পরিমাণে অজ্ঞারক পদার্থ বায়ু মধ্যে পরিত্যাগ করিয়া থাকি । বাহিরের বিপুল বায়ু সেবন করিয়া বহুলোকসমাপ্রাপ্ত গৃহ মধ্যে প্রবেশ করিলে এক প্রকার দুর্গন্ধ অনুভব করি । বহুলোকের প্রাণসত্যজ্ঞ অজ্ঞারক পদার্থ বায়ু মধ্যে থাকিয়া এইরূপ দুর্গন্ধ উৎপাদন করে । ইহা স্বাভাবিক গন্ধে বিশেষ অনিষ্টকারী । গৃহ মধ্যে বায়ু সঞ্চালনের প্রশস্ত পথ থাকিলে এই পদার্থ বায়ু মধ্যে এককালে অধিক পরিমাণে জমিতে পারে না । জলাস্থানে উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে পর উহা হইতে উদ্বায়ী (Volatile) অজ্ঞারক পদার্থ বায়ু মধ্যে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে ; এই পদার্থ নিশ্বাসের সহিত বারবার গ্রহণ করিলে ম্যালেরিয়া করে আক্রান্ত হইতে হয় ।

# ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ ।

## নাইট্রোজেন্ (Nitrogen)

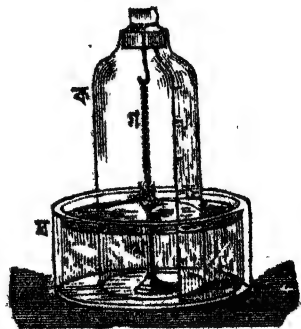
সাহিত্যিক চিহ্ন N, পারমাণবিক ওজন ১৪.০১ ।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে ৫ ভাগ বায়ু মধ্যে চারিভাগ নাইট্রোজেন্ ও এক ভাগ অক্সিজেন্ আছে এবং এই দুই পদার্থ বায়ু-মধ্যে কেবল মাত্র মিশ্রিত হইয়া থাকে ।

নাইট্রোজেন্ উদ্ভিদ ও জীব দেহে অত্যন্ত মূল পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া নানাবিধ যৌগিকের আকারে অবস্থিতি করে ; সোরা প্রভৃতি নাইট্রোজেন্-যুক্ত লবণ স্থল বিশেষে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় । নাইট্রোজেন্ গ্যামোনিয়া বাষ্পের একটি উপাদান ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—১ম । রক্তবায়ু মধ্যে ফস্ফরাস্ জ্বালাইলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং নাইট্রোজেন্ বাষ্প অবশিষ্ট রহিয়া যায় ।

৪৩শ পরীক্ষা ।—কৃত্র পোসিলেন্ পাত্রে (খ) উপর একখণ্ড ফস্ফরাস্ রাখিয়া উহা একটি জলপূর্ণ আয়ত-পাত্রে (ঘ) উপর স্থাপিত কর ; পরে সমান ছয় ভাগে বিভক্ত দুই মুখ খোলা গ্লোভলের আকারের একটি কাচপাত্র (ক) উক্ত পোসিলেন্ পাত্রকে আচ্ছাদিত করিয়া এরূপে স্থাপন কর যে, পাত্রের একাংশ মাত্র জল দ্বারা পূর্ণ হইয়া রহে । পাত্রের উপরের মুখে একটি ছিপি সিলের দ্বারা এবং ছিপির তলদেশে একটি পিত্তলের শিকল (গ) এরূপ ভাবে লব-



৩৩শ চিত্র ।

মান থাকে যে, উহার প্রান্তভাগ ফস্ফরাস্ খণ্ড স্পর্শ করিতে পারে । ছিপিটি খুলিয়া পিত্তলের শিকল ধীরে ধীরে উত্তোলন করতঃ ফস্ফরাস্ খণ্ডকে স্পর্শ করিয়া ছিপিটি দৃঢ়রূপে বন্ধ করিয়া

দাও। উত্তাপ সংস্পর্শে কস্ফরাস্ ধূম উঠিয়া উঠিবে এবং কাচপাত্র যেতবর্ণ ধূম দ্বারা পরি-  
পূর্ণ হইবে। পাত্রটি শীতল হইলে দেখা যায় যে জল উঠিয়া পাত্রের অপর একাংশ (চ) অধি-  
কার করিয়াছে এবং অবশিষ্ট চারি অংশ শুষ্ক রহিয়াছে।

কস্ফরাস্ ও অক্সিজেনের মিলনে এই যেতবর্ণ ধূমাকার পদার্থ উৎপন্ন হয়,  
ইহাকে কস্ফরাস্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Phosphorus Tri-Oxide,  $P_2O_3$ )  
কহে। ইহা জলে দ্রবণীয়, স্তত্রাং অল্পক্ষণ মধ্যে পাত্রস্থিত জলের সহিত  
মিলিত হইয়া জলমিশ্রিত কস্ফরাস্ স্যাসিড্ রূপে অবস্থিতি করে। যে অদৃশ্য  
বাষ্প এই চারি অংশ অধিকার করিয়া থাকে, পরীক্ষা করিলে উহা নাইট্রো-  
জেন্ বলিয়া জানা যায়। এই পরীক্ষা দ্বারা ইহাও প্রমাণিত হয় যে, বায়ুमध्ये  
৪ আয়তন নাইট্রোজেন্ ও ১ আয়তন অক্সিজেন্ আছে।

২য়। লোহিতোক্তপ্ত তাম্রপাত বায়ুর সহিত একত্রিত হইলে বায়ুস্থিত  
অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং নাইট্রোজেনকে মুক্ত করিয়া দেয়। একটা  
লব্ধমান কাচনলের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তাম্রপাত রাখিয়া গ্যাস্ বাতি সাহায্যে  
লোহিতোক্তপ্ত করতঃ তন্মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইলে নলের অপর মুখ দিয়া  
নাইট্রোজেন্ বাষ্প বহির্গত হইতে থাকে এবং তাম্র ও অক্সিজেনের মিলনে নলের  
মধ্যে কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ (Cupric Oxide,  $CuO$ ) নামক যৌগিক  
অবস্থিতি করে। একটা নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে কাচনল হইতে নির্গত  
নাইট্রোজেন্ বাষ্পকে সঞ্চয় করা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম—নাইট্রোজেন্ বায়বীয় পদার্থ, ইহা বর্ণ, স্বাদ ও গন্ধ  
বিহীন এবং বায়ু অপেক্ষা লঘু। বোরণ, সিলিকন্ প্রভৃতি কয়েকটা মূল পদার্থ  
ব্যতীত অপর কোন মূল পদার্থের সহিত সহজে ইহার রাসায়নিক সম্মিলন ঘটে  
না। ইহা অক্সিজেনের দ্বারা দাহনকার্য বা জীবন ধারণের পক্ষে উপযোগী নহে,  
এবং নিজেও দাহ্য নহে।

৪৪শ পরীক্ষা।—নাইট্রোজেন্ পূর্ণ বোতল মধ্যে একটা জলস্ত বাতি প্রবেশ করাত।  
বাতিটি বিক্ষিপিত হইবে অথচ বাষ্পটিও জলিয়া উঠিবে না।

নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া অ্যামোনিয়া (Ammonia,  
 $NH_3$ ) নামক একটা উগ্রগন্ধযুক্ত জ্বার-ধর্ম-বিশিষ্ট বায়বীয় পদার্থ প্রস্তুত  
করে। নাইট্রোজেন্ আইডাইড্, নাইট্রোজেন্ ক্লোরাইড্, নাইট্রো-ক্লিসেরিন্

(Nitro-glycerine), ফলমিনেট্ (Fulminate) প্রভৃতি কতিপয় নাইট্রোজেন্ যুক্ত যৌগিক ফোটনশীল, এজন্ত এই সকল পদার্থ অতি সাবধানের সহিত ব্যবহার করা কর্তব্য। ইহাদিগের অকস্মাৎ ফোটনে ভয়ঙ্কর দুর্ঘটনা ঘটিয়াছে।

নাইট্রোজেন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ অ্যাসিড্ (Nitric Acid,  $\text{HNO}_3$ ) নামক একটা দ্রাবক প্রস্তুত করে।

অত্যধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে বায়বীয় নাইট্রোজেন্ তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে।

**আর্গন।**—সম্প্রতি লর্ড র্যালো ও অধ্যাপক র্যাম্জে বায়ুস্থিত নাইট্রোজেন্ হইতে এই নূতন মূল পদার্থটি আবিষ্কার করিয়াছেন। ইহার প্রকৃতি ও বর্ণন সৰ্ব্বত্র অধুনা গবেষণা চলিতেছে।

## অ্যামোনিয়া (Ammonia)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন  $\text{NH}_3$ , আণবিক ওজন ১৭।

নাইট্রোজেনের সহিত হাইড্রোজেন্ মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত হয় তন্মধ্যে অ্যামোনিয়া সর্ব প্রধান। নাইট্রোজেনযুক্ত জাতক বা উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে অ্যামোনিয়া বাষ্প উৎপন্ন হয়। যে সকল অজারক পদার্থের মধ্যে নাইট্রোজেন্, হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ থাকে তাহাদিগকে একটা বদ্ধ পাত্রে (যাহার ভিতর বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে) রাখিয়া উত্তপ্ত করিলে নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া অ্যামোনিয়া বাষ্প উৎপাদন করে। লব, খুর, চর্ম, কেশ, প্রভৃতি অধিকাংশ জাতক পদার্থ হইতে উপরোক্ত প্রণালী অনুসারে অ্যামোনিয়া নির্গত হইয়া থাকে। এই প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে ডেস্ট্রাক্টিভ্ ডিস্টিলেশন্ (Destructive distillation) কহে। কার্বন, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ যুক্ত অজারক পদার্থ এইরূপে পরিক্রান্ত হইলে কার্বনিক্ অ্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপন্ন হয়।

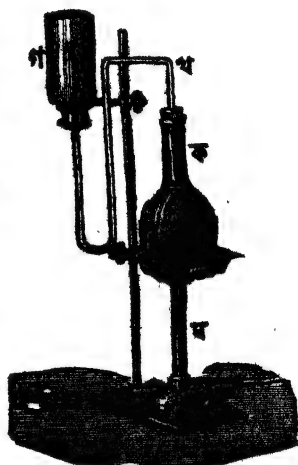
**প্রস্তুতকরণ প্রণালী।**—পাথরিকা করলা জোয়াইসে কোল গ্যাস্ (Coal gas) ও অজাত উৎপন্ন পদার্থের সহিত অ্যামোনিয়া বাষ্প প্রচুর পরিমাণে

নির্গত হয়—উক্ত বাষ্প জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া গ্যামোনিয়ার জাবণ (Ammoniacal liquor) রূপে অবস্থিতি করে। উহার সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া শুক করিলে ক্লোরাইড্ অব্ গ্যামোনিয়া ( নিশাদল ) নামক গ্যামোনিয়ার বৌগিক প্রস্তুত হয়। নিশাদলের সহিত সোডা, কলিচূণ বা অন্ত কোন কার পদার্থ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে গ্যামোনিয়া বাষ্প নির্গত হয়; যথা—



নিশাদল চূণ ক্যালসিয়ম্ ক্লোরাইড্ গ্যামোনিয়া জল।

৩৪শ পরীক্ষা।—একটি কাচকুণীর (৩৪শ চিত্র, ক) মধ্যে সমান ওজনের নিশাদল ও কলিচূণ রাখিয়া) অল্প পরিমাণে জল ঢালিয়া দাও এবং স্পিরিট্ বাতি (খ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর। একটি দ্বি-বক্র কাচনলের (ঘ) একমুখ ছিপি দ্বারা কাচকুণীতে সংলগ্ন কর, এবং অপর মুখ একটি শুক নিরমুখ কাচের বোতলের (গ) মধ্যে স্থাপন কর। গ্যামোনিয়া বাষ্প বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া বায়ুকে হানচুত করিয়া কাচের বোতলের মধ্যে মণ্ডিত হইবে।



৩৪শ চিত্র।

গ্যামোনিয়া বাষ্প জলে সহজে দ্রবণীয় বলিয়া অম্লজেন্ প্রভৃতি অত্যন্ত বাষ্পের জ্বায় জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না, কিন্তু পারদপূর্ণ পাত্রে এই বাষ্পকে সঞ্চয় করিতে পারা যায়। জলের মধ্যে গ্যামোনিয়া বাষ্প প্রবেশ করাইলে উভয়ে মিলিত হইয়া গ্যামোনিয়ার জাবণ প্রস্তুত করে।

স্বরূপ ও ধর্ম—গ্যামোনিয়া বর্ণহীন অদৃশ্য বাষ্প। ইহার গন্ধ অতীব তীব্র; অধিক পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাসরোধ হইয়া প্রাণ বিরোধ হয়। অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে শ্বাস-নলী ও ফুস্ফুসের মৈত্রিক-ঝিল্লি (Mucous membrane) প্রদাহ



উৎপাদন করে। বায়ু অপেক্ষা ইহা প্রায় অর্দ্ধগুণ লঘু। অধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহাকে সংহত করিয়া নিরেট করা যাইতে পারে কিন্তু বায়ু-চাপ অপসারিত হইলেই নিরেট স্যামোনিয়া পুনরায় বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং এই ক্রিয়াতে যে প্রচুর তাপের প্রয়োজন তাহা নিকটস্থ পদার্থ হইতে গৃহীত হয়, সুতরাং উহা অতিশয় শীতল হইয়া পড়ে। নিরেট স্যামোনিয়া সংলগ্ন কোন পাত্রের জল রাখিলে এই কারণে উহা জমিয়া বরফ হইয়া যায়। কেরি সাহেবের আবিষ্কৃত বরফের কলে এইরূপ কৌশলে বরফ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ইতিপূর্বে উক্ত হইয়াছে যে স্যামোনিয়া জলে অতিশয় দ্রবণীয়; নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা উহা সুন্দররূপে প্রদর্শিত হয়।

৪৬ পরীক্ষা।—একটি কাচকুপী স্যামোনিয়া বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করিয়া ছিপি বন্ধ কর। পরে একটি জলপূর্ণ আয়ত পাত্রमध्ये উহাকে নিম্নস্থে স্থাপিত করিয়া ছিপিটি খুলিয়া দাও। জল শীঘ্র কাচকুপীमध्ये উষিত হইয়া উহা পূর্ণ করিবে। যদি লিটমসের লোহিত দ্রাবণ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া রাখা যায়, তাহা হইলে জল কুপীর মধ্যে প্রবেশ করিবার সময় নীলবর্ণ ধারণ করিবে, কারণ স্যামোনিয়া বাষ্প একটি ক্রার পদার্থ।

স্যামোনিয়া বাষ্প অক্সিজেনের মধ্যে জলিয়া থাকে কিন্তু বায়ুमध्ये সহজে জলে না। যতক্ষণ দীপালোক সংযুক্ত থাকে ততক্ষণ জলিতে থাকে, আলোক অপসারিত করিলে স্যামোনিয়ার শিখা নির্বাপন হইয়া যায়।

৪৭শ পরীক্ষা।—নিম্নস্থ স্যামোনিয়া-পূর্ণ বোতলে একটি জলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। স্যামোনিয়া বাষ্প বাতির চতুর্দিকে জলিতে থাকিবে, কিন্তু বাতিটি বাহির করিয়া লইলেই নিবিয়া বাইবে।

১৪ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেন ও ৩ ভাগ ওজনে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া স্যামোনিয়া বাষ্প উৎপাদন করে।

স্যামোনিয়া দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে উহাকে নক্ষারায় করতঃ দ্রাবক ভেদে ভিন্ন ২ লবণ উৎপাদন করে।

৪৮ পরীক্ষা।—একটি বোতল স্যামোনিয়া বাষ্প ও অপর একটি বোতল হাইড্রোক্লোরিক স্যাসিড বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করতঃ মুখে উপস্থাপন স্থাপন কর। বোতলদ্বয় তৎক্ষণাৎ খেতবর্ণ ধূসর দ্বারা পূর্ণ হইবে।

এই ধূসর পদার্থ শীতল হইলে খেতবর্ণ ফটিকাকারে বোতলের অভ্যন্তরে জমিয়া থাকে; ইহা কেরাইড অথবা স্যামোনিয়াম নামক যৌগিক পদার্থ, স্যামো-

নিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক গ্যাসিডের মিলনে ইহা উৎপন্ন হয় । এই পদার্থের বাজালা নাম নিশাদল ।

শিরোবেদনা হইলে আমরা স্মেলিং সল্ট ( Smelling Salt ) নামক যে পদার্থ ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা গ্যামোনিয়ম্ কার্বনেট নামক গ্যামোনিয়ার একটা যৌগিক । নিশাদল ও কলিচূর্ণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া সহজ উপায়ে আমরা স্মেলিং সল্ট প্রস্তুত করিতে পারি ।

গ্রীক দেবতা অ্যামন ( Ammon ) দেবের মন্দিরের সম্মুখে পশুপালের বিষ্ঠা দগ্ধ করিয়া স্যাল্ গ্যামোনিয়াক্ ( Sal Ammoniac ) নামক গ্যামোনিয়ার একটা যৌগিক প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল, এই জন্য এই বাষ্পের নাম গ্যামোনিয়া হইয়াছে । গ্যামোনিয়ার অপর একটা নাম স্পিরিটস্ অব্ হার্টস্‌হর্ন ( Spirits of Hartshorn ) ।

অক্সিজেন-যুক্ত নাইট্রোজেনের যৌগিক ।

নাইট্রোজেন্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু এই দুই বাষ্প একটা পাত্রের মধ্যে রাখিয়া তন্মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত করিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া নাইট্রোজেন্-ট্রাই-অক্সাইড্ ও নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ নামক দুইটা যৌগিক পদার্থ রক্তবর্ণ ধূমাকারে উৎপন্ন হয় ।

নাইট্রোজেনের অক্সিজেন-যুক্ত পাঁচটা যৌগিক আছে ; ২৮ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত বিভিন্ন ওজনের অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া এই কয়টা যৌগিক প্রস্তুত হয় । যৌগিকগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ নিম্নে লিখিত হইল ।

১ । নাইট্রোজেন্ মনক্সাইড্ ( $N_2O$ )—ইহার অপর একটা নাম নাইট্রস্ অক্সাইড্ (Nitrous Oxide) । গ্যামোনিয়ম্ নাইট্রেট নামক লবণে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা বিস্ফিট হইয়া এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । ইহা বর্ণ ও গন্ধহীন, অদৃশ্য এবং অক্সিজেনের ন্যায় দাহক বায়বীয় পদার্থ । অগ্নিস্থ দীপশলাকা এই বাষ্প মধ্যে নিমজ্জিত হইলে পুনঃপ্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে । ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া নিশ্বাস রূপে গৃহীত হইলে মত্ততা উৎপাদন করে, এই জন্য ইহাকে হান্তোৎপাদক বাষ্প ( Laughing Gas ) ও কহিয়া থাকে ।

২ । নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ ( $NO$ )—এক খণ্ড তাম্রপাত ও নাইট্রিক্ গ্যাসিড্ একত্রিত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । ইহা অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ

কিন্তু অক্সিজেনের সহিত একত্রিত হইলেই রক্তবর্ণ ধূমাকারে নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় ।

৩। নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড ( $N_2O_3$ )—ইতিপূর্বে উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন একত্বভাবে মিলিত হইয়া এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । ইহা দেখিতে রক্তবর্ণ । শীতল জলের সহিত মিশ্রিত হইলে নাইট্রস্ র‍্যানিডের নীল বর্ণ দ্রাবণ প্রস্তুত করে । নাইট্রস্ র‍্যানিড ( $HNO_2$ ) ষটিত লবণ গুলি নাইট্রাইট নামে অভিহিত ।

৪। নাইট্রোজেন টেট্রেক্সাইড ( $NO_2$ )—অনাবৃত পাत्रে রক্ষিত নাইট্রিক্ র‍্যানিড হইতে যে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়, তাহার অধিকাংশই এই বাষ্প । লেড্ নাইট্রেট নামক লবণ উত্তপ্ত করিলেও এই বাষ্প উৎপন্ন হয় ।

৫। নাইট্রোজেন পেন্টেক্সাইড ( $N_2O_5$ )—ইহা শ্বেতবর্ণ ফটিকাকার নিরেট পদার্থ; সিলভার নাইট্রেট নামক লবণের সহিত ক্লোরিন বাষ্প একত্রিত করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয় । এই পদার্থ অতি সহজে বিস্ফিট হইয়া যায় । জলের সহিত সতেজে মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ র‍্যানিড উৎপাদন করে । নাইট্রিক্ র‍্যানিড ষটিত লবণ গুলি নাইট্রেট নামে অভিহিত ।

## নাইট্রিক্ র‍্যানিড (Nitric Acid)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন  $HNO_3$ , আণবিক গুরুত্ব ৬৩।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন ষটিত অজারক পদার্থ পচিলে র‍্যানো-নিয়া বাষ্প উৎপন্ন হয় । র‍্যানোনিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে নাইট্রস্ র‍্যানিড উৎপন্ন হয় কিন্তু পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইড উহার সহিত একত্রিত থাকিলে নাইট্রিক্ র‍্যানিড উৎপন্ন হয় এবং ইহা উপরোক্ত ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট (সোরা) বা সোডিয়ম্ নাইট্রেট উৎপাদন করে । ভারতবর্ষের অনেক স্থানে মৃত্তিকা মধ্যে এইরূপে সোরা প্রস্তুত হয় এবং সময়ে সময়ে উহাকে ভূমির উপরে কানা বাধিয়া থাকিতে দেখা যায় । আমেরিকার অন্তঃপাতী পেরু ও চিলি প্রদেশে সোডিয়ম্ নাইট্রেট

নামক লবণ বহুল পরিমাণে যুক্তিকা মধ্যে প্রাপ্ত হওয়ার যায় । এক প্রকার জিহাদা-  
পুর সাহায্যে এই সকল নাইট্রেট প্রকৃতি মধ্যে প্রস্তুত হইয়া থাকে ।

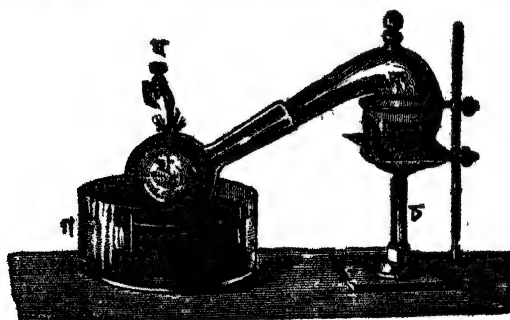
সোরাশিশ্রিত যুক্তিকা কলে ফুটাইলে সোরা জ্বব হইয়া যায়; পরে উক্ত জ্বব  
যুক্তিকা হইতে পৃথক করিয়া ঘন করিয়া লইলেই সোরা লবণান কাড়ের কলমের  
ন্যায় ক্ষটিকাকারে পৃথক হইয়া পড়ে ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—সোরার সহিত উগ্র ( Concentrated )  
সল্ফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাইট্রিক অ্যাসিড  
নির্গত হয় এবং পাত্র মধ্যে হাইড্রোজেন পোটাসিয়ম্ সল্ফেট নামক লবণ অব-  
শিষ্ট থাকে । যথা—



সোরা সল্ফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন পোটাসিয়ম্ সল্ফেট  
নিম্নে এই জ্ববক প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটি চিত্র প্রদত্ত হইল ।

৪২ পরীক্ষা ।—(ক) একটি কাচের হিপিযুক্ত কাচের রিটার্ট—হিপিটী গুলিয়া তদ্ব্যযে সমান  
ভাগে সোরা ও উগ্র সল্ফিউরিক অ্যাসিড একত্রে রাখ । রিটার্টের লবণান নলটী একটি কাচ-



৩৫শ চিত্র ।

কুপীর (খ) মধ্যে প্রবেশ করাইয়া কুপীটী শীতল-জলপূর্ণ পাত্র (গ) মধ্যে অর্ধ বিমিশ্রিত  
ভাবে রাখ এবং বাহ্যতে কুপীর উপরিভাগে অনবরত শীতল জলের ধারা (ঘ) পড়িতে থাকে  
এরূপ ব্যবস্থা কর । এক্ষণে রিটার্ট স্যাম্ বাতি (চ) দ্বারা উত্তপ্ত করিলে নাইট্রিক অ্যাসিড  
বাস্পাকারে পরিণত হইয়া কাচ কুপীর মধ্যে প্রসিষ্ট হইবে এবং তথায় শৈত্য সংবৃত্ত হইয়া  
তরলাকারে পরিণত হয় ।

**স্বরূপ ও ধর্ম ।**—বিশুদ্ধ তরল নাইট্রিক স্যাসিড্ বর্ণহীন; আর্দ্র বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে উহা হইতে খেতবর্ণ ধূম নির্গত হয় । ইহা কিছুদিন আলোক সংস্পর্শে থাকিলে কথঞ্চিৎ বিস্মিষ্ট হইয়া হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে । ইহার গন্ধ উগ্র ও শ্বাস-প্রতিক্রোধক । ইহা সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হয় ।

অক্সিজেন্-গ্রাহক পদার্থ নাইট্রিক স্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে নাইট্রিক স্যাসিড্ হইতে উহার অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন্-সংযুক্ত (Oxidised) হইয়া থাকে, এজন্য এই জীবক একটা অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ বলিয়া অভিহিত ।

৫০ পরীক্ষা ।—একটা মোটা পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক স্যাসিড্ রাখিয়া তারবন্ধ এক খণ্ড কয়লার এক দিক দীপালোকে উত্তপ্ত করতঃ তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর । কয়লা খণ্ড উদ্ধল আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকিবে ।

৫১ পরীক্ষা ।—একটা পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক স্যাসিড্ রাখিয়া এক গুচ্ছ কেশ তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর ; উহা জ্বলিয়া উঠিবে ।

ধাতুর সহিত নাইট্রিক স্যাসিড্ একত্রিত হইলে উহা নাইট্রিক স্যাসিড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে । তাম্র বা টিন্ নাইট্রিক স্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়, এবং হরিদ্রাবর্ণ নাইট্রেট্ অব্ কপার্ নামক লবণ বা খেতবর্ণ মেটাষ্ট্যানিক স্যাসিড্ নামক অক্সিজেন্-যুক্ত টিনের বৌগিক প্রস্তুত হয় । এই পরীক্ষা দ্বারা নাইট্রিক স্যাসিডের স্ব-রূপ ও নিরূপিত হইয়া থাকে । রৌপ্যের সহিত নাইট্রিক স্যাসিড্ একত্রিত হইলে নাইট্রেট্ অব্ সিলভার্ প্রস্তুত হয় ।

স্বরূপ বা প্ল্যাটিনম্ ধাতু নাইট্রিক স্যাসিডে দ্রব হয় না ।

নাইট্রিক স্যাসিড্ কোন ধাতু বা ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইলে উক্ত ধাতুর নাইট্রেট্ নামক লবণ প্রস্তুত করে । নাইট্রেট্ মাঝেই জলে দ্রবণীয় ।

চর্ম প্রভৃতি অঙ্গারক পদার্থ নাইট্রিক স্যাসিড্ সংস্পর্শে হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে; এই প্রক্রিয়াতে নাইট্রিক স্যাসিড্ হরিদ্রাবর্ণ পিক্রিক স্যাসিডে (Picric Acid) পরিণত হইয়া এইরূপ বর্ণ উৎপাদন করে । শরীরের কোন স্থানে উগ্র নাইট্রিক স্যাসিড্ লাগিলে বা হয় ।

গন্ধ কটন, নাইট্রেট-সিসেরিন্ প্রভৃতি ফোটোনশীল পদার্থ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত নাইট্রিক স্যাসিড্ বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় ।

**স্বভাব নিরূপণ—**১। তাম্রখণ্ডের সহিত নাইট্রিক স্যাসিড্ একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয় ।

২। নাইট্রিক গ্যাসিড্ বা নাইট্রেট্, উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উহাতে কেরল্ সল্ফেটের দ্রাবণ যোগ করিলে উভয় দ্রাবণের সন্ধিস্থলে একটা বৃক্ষবর্ণ রেখা উৎপন্ন হয় ।

৩। ক্রসিন্ নাইট্রিক্ গ্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে বৃক্ষবর্ণ ধারণ করে ।

নাইট্রিক্ গ্যাসিড্ প্রভৃতি যে সকল দ্রাবকে এক পরমাণুমান হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহার স্থান এক পরমাণু ধাতু দ্বারা অধিকৃত হইয়া উক্ত ধাতুর লবণ প্রস্তুত হয়, সেই সকল দ্রাবকে মনোবেসিক্ ( Mono-basic ) দ্রাবক কহে ; যথা, নাইট্রিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{HNO}_3$  ) হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{HCl}$  ) ইত্যাদি ।

যে সকল দ্রাবকে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহাদিগের স্থান একাণব ( Monad ) ধাতুর দুই পরমাণু বা দ্ব্যাণব ( Dyad ) ধাতুর এক পরমাণু দ্বারা অধিকৃত হয়, তাহাদিগকে ডাই-বেসিক্ দ্রাবক ( Di-basic Acid ) কহে ; যথা, সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ) কার্বনিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ) ইত্যাদি ।

এইরূপে কক্ষরিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ) প্রভৃতি কতিপয় দ্রাবক ট্রাইবেসিক্ ( Tri-basic ) এবং সিলিসিক্ গ্যাসিড্ (  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  ) প্রভৃতি অপর কতকগুলি দ্রাবক টেট্রাবেসিক্ দ্রাবক ( Tetra-basic Acid ) বলিয়া অভিহিত হয় ।

# সপ্তম পরিচ্ছেদ ।

—০—

## কার্বন ( Carbon ) ।

সাংকেতিক চিহ্ন C, পারমাণবিক ভর ১২.০১ ।

কার্ব, শর্করা প্রভৃতি উদ্ভিদ এবং অস্থি, মাংস প্রভৃতি জাতক পদার্থ দ্বারা গঠিত। প্রথমতঃ ক্রকবর্ণ ধারণ করে, পরে অধিকতর উত্তাপ প্রয়োগে ভস্মে পরিণত হয়। এই সকল পদার্থ মধ্যে অজার আছে বলিয়া ইহারা পুড়িলে ক্রকবর্ণ হয়; ইহা-  
দ্বিগুণের মধ্যে অক্সিজেন বা সকল মূল পদার্থ থাকে, দ্রব হইবার সময়ে তাহারা  
বিবিধ আকার ধারণ করিয়া অপস্থত হয়—কেবল মাত্র ক্রকবর্ণ অজার অবশিষ্ট  
থাকে। তাপের আধিক্য হইলে এই অজারও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত  
হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড বাষ্পরূপে উড়িয়া যায়।

উদ্ভিদ ও জীব শরীরে অজার অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। ভূ-গর্ভে  
পাথরিয়া কয়লার আকারে অজার প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। কেরোসিন  
বা মোটিয়া তৈলেও অজারের পরিমাণ অধিক থাকে; ইহার অল্পতর উপাদান  
হাইড্রোজেন। অজার অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড বাষ্প  
রূপে বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত চা-থড়ি, পাথরিয়া চুন (Lime  
Stone) প্রভৃতি কার্বনেট অভিধেয় খনিজ পদার্থ মধ্যে অজার ক্যালসিয়াম,  
ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে।

প্রকৃতি-মণ্ডলে জিবিধ আকারের অজার দেখিতে পাওয়া যায়; যথা হীরক,  
গ্রাফাইট বা ক্রক সীস এবং কয়লা। এই তিনটি পদার্থের মধ্যে দৃষ্টতঃ কোন  
সাদৃশ্য না থাকিলেও উহারা রাসায়নিক দৃষ্টে সমস্ত এক অর্থাৎ প্রত্যেকটি  
অজারের ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে। কয়লা পোড়াইলে কার্বনিক  
অ্যাসিড বাষ্প উৎপন্ন হয়; হীরক বা গ্রাফাইট পোড়াইলেও কার্বনিক অ্যাসিড  
ব্যতীত আর কিছুই উৎপন্ন হয় না। সমান ওজনের হীরক, গ্রাফাইট বা কয়লা  
পোড়াইলে একই ওজনের কার্বনিক অ্যাসিড বাষ্প উৎপন্ন হয়। হীরক, গ্রাফাইট

যা কয়লা কোন পদার্থেই দ্রব হয় না, ইহাদিগের কোন স্বাদ বা গন্ধ নাই এবং অগ্নিতে দগ্ধ করিলে দ্রব না হইয়া পুড়িয়া তাম্র হইয়া যায়।

অজারের জায় জলও ত্রিবিধ আকার ধারণ করিয়া থাকে, ইহা পূর্বে উল্লেখ করা গিয়াছে। এক পদার্থ বিভিন্ন আকারে থাকিলে পদার্থের উক্ত ধর্মকে ইংরাজীতে গ্যালোট্রপি (Allotropy) কহে।

১। হীরক—ভারতবর্ষ, বোর্নিয়ো, ব্রাজিল ও আফ্রিকা প্রভৃতি দেশে হীরকের আকর আছে। ভারতবর্ষস্থ গোলকুণ্ডা প্রদেশ হীরকের খনির জন্ম বিখ্যাত। হীরকের জায় কঠিন পদার্থ এপর্যন্ত আবিষ্কৃত হয় নাই। হীরক বহুমূল্য রত্ন। আমাদের দেশে কোহিনুর নামে যে হীরক ছিল, তাহা এক্ষণে ভারতেশ্বরীর মুকুটে সর্বশ্রেষ্ঠ মণি রূপে বিরাজ করিতেছে। বিশুদ্ধ হীরক স্বচ্ছ ও বর্ণহীন; অশুদ্ধ বর্ণের যে সকল হীরক দেখিতে পাওয়া যায় তাহার বিপাক নহে। হীরক ক্ষটিকাকারে অবস্থিতি করে; পল্ কাটা হইলে উজ্জল দীপ্তি ধারণ করে। হীরক ব্যতীত অল্প কোন দ্রব্য দ্বারা কাচ কাটিতে পারা যায় না।

২। গ্রাফাইট বা কৃষ্ণ-সীস্—ইহার অপর নাম প্লম্বাগো (Plumbago); ইহা ভূ-গর্ভে বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা দেখিতে কৃষ্ণ বর্ণ, ধাতব ঔজ্জ্বল্য সম্পন্ন এবং কোমল অর্থাৎ আঁচড় কাটিয়া উহার উপর সহজে চিহ্ন করা যাইতে পারে। ইহা কাগজের উপর টানিলে কাল দাগ পড়ে, আমরা সচরাচর যে পেন্সিল দ্বারা কাগজের উপর লিখিয়া থাকি তাহা গ্রাফাইট দ্বারা নির্মিত। গ্রাফাইট সচরাচর ক্ষটিকাকারে অবস্থিতি করে। অগ্নি সংযোগে সহজে দগ্ধ হয় না বলিয়া গ্রাফাইট দ্বারা মুখা বা মুঠী (Crucible) প্রস্তুত করিয়া উহাতে স্বর্ণ রৌপ্য প্রভৃতি ধাতু দ্রব করা হয়। গ্রাফাইট মাখাইয়া রাখিলে লৌহ নির্মিত পদার্থে সহজে মরিচা ধরিতে পারেনা। বন্দুক ও কামানের বারুদ গ্রাফাইট রাখান থাকিলে সহজে আর্দ্র হয় না, তজ্জন্য গ্রাফাইট উক্ত কার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

৩। কয়লা—কাঠ পোড়াইলে যে অজার জন্মে তাহাকে সাধারণতঃ উদ্ভিদজার বা কয়লা (Charcoal) কহে। অস্থি, মাংস প্রভৃতি দগ্ধ করিয়া যে সকল অজার উৎপন্ন হয় তাহাকে জন্তব অজার (Animal Charcoal) কহে।



অতি প্রাচীন কাল হইতে ভূগর্ভে প্রোধিত উদ্ভিদ জগৎ প্রাকৃতিক পরিবর্তনে অদ্বারে পরিণত হইয়া আছে, ইহা পাথরিয়া কয়লা নামে প্রসিদ্ধ। হীরক ও গ্রাফাইট ব্যতীত আর যত প্রকার অদ্বার দেখিতে পাওয়া যায় তাহারা সকলেই দানাবিহীন (Amorphous) ।

অদ্বারত স্থানে কাঠ জ্বালাইলে ভালরূপ কয়লা প্রস্তুত হয়না। এজন্য কোন রুদ্ধ স্থানে কাঠ সাজাইয়া অগ্নি সংযোগে কয়লা প্রস্তুত করা হয়। পাথরিয়া কয়লা ঐরূপে পোড়াইলে কোক কয়লা প্রস্তুত হয়—ইহা আমরা সচরাচর ইন্ধন রূপে ব্যবহার করিয়া থাকি।

দীপ-শিখা কোন স্থানে পাতিত করিলে তথায় যে কৃষ্ণ বর্ণ সূক্ষ্ম চূর্ণ জমে তাহাকে ভূষা (Lamp black) কহে—ইহা কয়লার রূপান্তর মাত্র। ছাপার কালী প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ভূষা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

কয়লার স্বরূপ ও ধর্ম—ইহা কৃষ্ণ বর্ণ, তঙ্গ-প্রবণ ও সহিষ্ণু। ছিদ্র গুলি বায়ু পূর্ণ থাকে বলিয়া ইহা জল অপেক্ষা ভারী হইলেও জলের উপর ভাসিতে থাকে। কয়লা সহিষ্ণু বলিয়া দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণ করিতে সক্ষম, এজন্য হাঁসপাতাল প্রভৃতি স্থানে দুর্গন্ধ দূর করিবার জন্য কয়লাপূর্ণ ঝুড়ি গৃহের মধ্যে ঝুলাইয়া রাখা হয়; এতদ্বায়ে উক্তস্থানের বায়ু পরিশুদ্ধ হয়। কয়লা ভিজা হইলে উহার ছিদ্র সকল বন্ধ হইয়া যায় সুতরাং উহার আর শোষণ গুণ থাকে না। কোন পাত্রে পচা দ্রব্য রাখিয়া তত্ক্ষণে শুষ্ক কয়লা চাপা দিলে কিয়ৎক্ষণ পরে দুর্গন্ধ একেবারেই অনুভূত হয় না। দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণের জন্য কয়লা খণ্ডই উপযোগী, কয়লার গুঁড়ো দ্বারা কোন কার্য হয় না।

কয়লা যে শুষ্ক দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণ করে এমন নহে, অপরিষ্কার জল কয়লা দ্বারা হাঁকিয়া লইলে পরিশুদ্ধ হয়; এজন্য কয়লা হাঁকনি রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কয়লা হাঁকনি রূপে কিছু দিন ব্যবহার করিলে ছিদ্র সকল জলস্থিত দূষিত পদার্থ দ্বারা বন্ধ হইয়া যায় সুতরাং তখন উহা একেবারে অব্যবহার্য হইয়া পড়ে। এজন্য মধ্যে মধ্যে উহাকে রুদ্ধ স্থানে পোড়াইয়া পুনরায় ব্যবহারোপযোগী করিয়া লইতে হয়।

জাতক অদ্বারের বর্ণ দীপ করিবার শক্তি অতিশয় শ্রবল, এজন্য ইহা ব্যবসায়-কাৰ্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। যে কোন উদ্ভিদ বর্ণ জলে দ্রব করিয়া এই কয়লার দ্বারা হাঁকিয়া লইলে দ্রাবণটা বর্ণ হীন হইয়া যায়।

৫২ পরীক্ষা।—একটা ক্যানেলের উপর দুটি কাগজের ছাঁকনি রাখিয়া উহার অর্ধাংশ অস্থি-অঙ্গার দ্বারা পূর্ণ করতঃ নীলবড়ি বা লিটমসের দ্রাবণ উপরে ঢালিয়া দাও এবং ক্যানেলের নীচে একটা কাচপাত্র স্থাপন কর, দ্রাবণটা বর্ণ-হীন হইয়া কাচ পাত্রে পড়িবে।

নীলবড়ি চূর্ণ করিয়া উগ্র সল্ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত দ্রবভুক্ত করতঃ জল মিশ্রিত করিলেই নীলবড়ির দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

চিনি পরিষ্কার করিবার ক্ষমতা অস্থি-অঙ্গার বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইক্ষু বা বিটপালমের রস অস্থি-অঙ্গার দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে একেবারে বর্ণ-হীন হইয়া যায়; উক্ত ছাঁকিত রস দানা বাঁধিলে শুভ্রবর্ণ চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কপঠের খুঁটি জমির নীচে প্রোথিত থাকিলে কিছুদিন পরে পচিয়া যায়, কিন্তু কয়লা জমির নীচে বহুদিন পর্যন্ত অবিকৃত অবস্থায় থাকে। এক্ষণে খুঁটির যে অংশ জমির নীচে রহে, তাহার উপরিভাগ মাত্র পোড়াইয়া প্রোথিত করিলে বহু দিন পর্যন্ত অভ্যস্তরস্ব কাঠ নষ্ট হয়না।

অঙ্গার কোন মূল পদার্থের সহিত সহজে মিলিত হয়না কিন্তু সমধিক উত্তাপ সংযোগে কতকগুলি মূল পদার্থের সহিত মিলিত হয়। ইহা অক্সিজেনের সহিত অতি সহজে মিলিত হইয়া দ্বিবিশ যৌগিক প্রস্তুত করে। বায়ু বা অক্সিজেন বাষ্প মধ্যে কয়লা পোড়াইলে উহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্বন মনক্সাইড ( $CO$ ) ও কার্বন ডাই-অক্সাইড ( $CO_2$ ) নামক বাষ্প প্রস্তুত করে।

অক্সিজেন অল্প পদার্থের সহিত মিলিত থাকিলেও অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পৃথক হইয়া অঙ্গারের সহিত মিলিত হয়। যদি কোন ধাতব অক্সাইড কয়লার সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা যায়, তাহা হইলে কয়লা উক্ত যৌগিক হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া কার্বনিক অ্যাসিড বাষ্পে পরিণত হয় এবং মূল ধাতুটা পৃথক হইয়া পড়ে। অধিকাংশ ধাতু অক্সাইডের আকারে আকর মধ্যে পাওয়া যায়, ঐ সকল খনিজ পদার্থ (Ore) হইতে মূল ধাতু পৃথক করিবার নিমিত্ত কয়লা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াকে মূলীকরণ (Reduction) কহে।

অক্সিজেন-মিলিত কার্বন যৌগিক।

উপরে উক্ত হইয়াছে যে কার্বন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়া কার্বন মনক্সাইড ( $CO$ ) এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড ( $CO_2$ ) নামক দুইটা যৌগিক উৎপন্ন হয়; ইহারা দুইটাই বায়বীয় পদার্থ।

## কার্বন্ মনক্সাইড্ ( Carbon Monoxide )

সাংকেতিক চিহ্ন CO, আণবিক গুরুত্ব ২৮ ।

অল্প পরিমাণ বায়ু মধ্যে কয়লা পোড়াইলে কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পের সহিত এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । চুল্লীর মধ্যে পাথরিয়া কয়লা পোড়াইলে কার্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং নীলাভ শিখা নিঃসৃত করতঃ জ্বলিতে থাকে । কয়লা জ্বালাইলে চুল্লীর তলদেশে প্রথমতঃ যে কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়, উপরিভাগে উঠিবার সময় লোহিতোদ্ভূত কয়লা উহা হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া উহাকে কার্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত করে । চুল্লীর উপরিভাগে এই বাষ্প নীল বর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জল-বায়ু কালীন বায়ু হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া পুনরায় কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত হয় ।

প্রস্তুত করণ প্রণালী—অক্জ্যালিক্ গ্যাসিড্ (  $C_2H_2O_4$  ) বা ফর্মিক্ গ্যাসিড্ (  $CH_2O_2$  ) উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে কার্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয় । এই প্রক্রিয়াতে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ উক্ত পদার্থদ্বয় হইতে কেবল মাত্র জলাংশ গ্রহণ করে, সুতরাং অক্জ্যালিক্ গ্যাসিড্ কার্বন্ মনক্সাইড্ ও কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ নামক বাষ্প দ্বয়ে, এবং ফর্মিক্ গ্যাসিড্ শুদ্ধ কার্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত হয়; যথা



অক্জ্যালিক্ গ্যাসিড্



ফর্মিক্ গ্যাসিড্

কষ্টিক্ সোডা বা পটাশের দ্রাবণের মধ্যদিয়া প্রথমোক্ত মিশ্র-বাষ্প লইয়া গেলে কার্বন্-ডাই-অক্সাইড্, কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার সহিত মিলিত হয় এবং শুদ্ধ কার্বন্ মনক্সাইড্ নির্গত হইতে থাকে । এই বাষ্প নিম্ন-মুখ জন-পূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যায় ।

স্বরূপ ও ধর্ম — এই বাষ্প স্বাদ, ও গন্ধ বিহীন, অদৃশ্য এবং জলে অদ্রব-নীয়; ইহা সাহকনহে কিস্ত দাহ—নীলাভ আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে ।

৩০ পরীক্ষা ।—কার্বন মনক্সাইড বাষ্প-পূর্ণ বোতলের মধ্যে একটি জ্বলন্ত স্ফুটন প্রবেশ করায়; বাতিটি নিবিয়া বাইবে কিন্তু বোতলের মুখে উক্ত বাষ্প জ্বলিতে থাকিবে ।

কার্বন মনক্সাইড অতি বিধাক্ত বাষ্প, ইহা নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শিরঃ পীড়া, অবসন্নতা এবং ক্রমে অচেতন্ত্ব ভাব আসিয়া উপস্থিত হয়; অধিক মাত্রায় শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে । শীতকালে কেহ কেহ শয়ন গৃহের জানালা দরজা প্রভৃতি বন্ধ করিয়া অভ্যন্তরে কয়লা জ্বালিয়া নিজাগমন করে; কিন্তু একরূপ কার্য্য নিতান্ত গর্হিত, ইহাতে অতিশয় বিপৎপাতের সম্ভাবনা । কারণ কয়লা পুড়িবার সময় কার্বন মনক্সাইড বাষ্প প্রচুর পরিমাণে বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয় এবং নিজাগত ব্যক্তির উহা বারম্বার নিশ্বাস রূপে গ্রহণ করিয়া মৃত্যুমুখে পতিত হয় । আমরা প্রসবগৃহে সচরাচর কাঠ, গুল জ্বালিয়া থাকি এবং পাছে প্রসূতি ও নবজাত শিশুটিকে ঠাণ্ডা লাগে এই ভয়ে উক্ত গৃহের বায়ু গমনাগমনের সমস্ত পথ বন্ধ করিয়া দিই; ইহাতে কার্বন মনক্সাইড বাষ্প গৃহ মধ্যে অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হয় এবং প্রসূতি ও শিশুর স্বাস্থ্য এবং অনেক সময়ে প্রাণহানিও করিয়া থাকে । বিগত বায়ু সেবনই এই রোগের প্রধান চিকিৎসা ।

## কার্বন ডাই-অক্সাইড (Carbon Dioxide)

সাহিত্যিক চিহ্ন  $CO_2$ , আণবিক গুরুত্ব ৪৪ ।

ইতি পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড বাষ্প বায়ু মধ্যে অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে । এতদ্ব্যতীত কতিপয় আধেয় গিরির সন্নিকটস্থ ভূভাগ হইতে এই বাষ্প উৎখিত হয় । জলে ইহা অল্প পরিমাণে বিদ্যমান থাকে এবং কতিপয় খনিজ জলে ইহা অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া রহে ।

এই বাষ্প বেসের সহিত মিলিত হইয়া কার্বনেট নামক বৈজ্ঞানিকশ্রেণী উৎপাদন করে । জীব শরীর হইতে শ্বাসের সহিত মিশ্রিত কার্বনিক্ স্যাসিড বাষ্প নির্গত হয় ।

৩১ পরীক্ষা ।—একটি কাচ পাত্রে পারদার চূণের জল রাখিয়া কাচের নল সাহায্যে তন্মধ্যে বারম্বার শ্বাস পরিত্যাগ কর, চূণের জল দীর্ঘই বেতবর্ণ হইয়া বাইবে । শ্বাস-ভ্যক্ত কার্বনিক্ স্যাসিড বাষ্প চূণের জলের সহিত মিলিত হইয়া বেতবর্ণ কার্বনেট অফ্‌ লাইম প্রস্তুত করে, এতদ্ব্যতীত চূণের জল বোলা দেখায় ।

কোন বস্তু পচিলে বা গাঁজিলে এবং অজার বা অজারক-পদার্থ দগ্ধ হইলে কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয় ।

**প্রস্তুত করণ প্রণালী**—যে কোন কার্বনেট্ ম্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ফুটিয়া কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপাদন করে, যথা—



পার্শ্বে এই বাষ্প প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটা চিত্র প্রদত্ত হইল ।

৫৫ পরীক্ষা।—একটা কাচ কুপীর (ক) মধ্যে কতক-

গুলি মার্বেল্ প্রস্তর খণ্ড (Marble, Carbonate

of lime) রাখিয়া উহার মুখ একটা দ্বি-ছিদ্রযুক্ত

ছিপি দ্বারা বদ্ধ করতঃ ক্যানেলযুক্ত একটা কাচ

নল (খ) একটা ছিদ্র দিয়া কাচ কুপীর তলদেশ

এবং অপর ছিদ্র দিয়া একটা বক্র কাচনল (গ)

উহার গলদেশ পর্যন্ত প্রবেশ করাও । পরে জল-

মিশ্রিত-হাইড্রোক্লোরিক্ ম্যাসিড্ ক্যানেলের মধ্যে

ঢালিয়া দিলে উহা মার্বেলের সঙ্গে একত্রিত হইয়া

ফুটিয়া উঠে এবং বক্রনল দিয়া কার্বনিক্ ম্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হইতে থাকে । এক্ষণে বক্র

নল একটা কাচের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প ওকতার

হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হয় ।



৩৬শ চিত্র ।

**স্বরূপ ও ধর্ম্য**—কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প অদৃশ্য, বর্ণও গন্ধ বিহীন ।

অক্সিজেনের ন্যায় ইহা দাহন কার্যে সহায়তা করেনা এবং নিজেও দাহ্য নহে ।

৫৬ পরীক্ষা।—একটা হলুদ বাতি কার্বনিক্ ম্যাসিড্ পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর; বাতিটী নিবিয়া বাইবে অথচ বাষ্পটী জলিবেনা ।

৫৭ পরীক্ষা।—একটা বৃহৎ কাচ পাত্র কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পে পূর্ণ করিয়া তদ্বাথে কেরোসিন্ সিক্ জলন্ত পাটের গোলা নিক্ষেপ কর, উহার আলোক তৎক্ষণাৎ নিবিয়া বাইবে । কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প এইরূপে প্রজ্জ্বলিত শিখা নির্বাপন করিতে পারে বলিয়া উহা অগ্নি-কাণ্ড (বিশেষতঃ খনির মধ্যে) নির্বাপনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় ।

কার্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প শ্বাস অশ্বাস ভারী, এজন্য ইহাকে এক পাত্র হইতে অপর পাড়ে ঢালিতে পারা যায় । ঢালিবার কালীন ইহা বোতলস্থ বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া উহার স্থান অধিকার করে ।

৫৮ পরীক্ষা ।—একটী বায়ু-পূর্ণ কাচ পাত্র তুলা-বস্ত্রে ওজন করিয়া পাত্রের উপর কান্না । পরে কার্বন ডাই-অক্সাইড বায়ুপূর্ণ একটী বোতল হইতে কাচ পাত্র মধ্যে উক্ত বায়ু ঢালিয়া দাও ; ইহা অনুগ্রহ হইলেও কাচ পাত্রটী অধিক ভারী হইয়া খুলিয়া পড়িবে ।

৫৯ পরীক্ষা ।—কলোডিয়ন (Collodion) নির্মিত একটী বেলুন বায়ু দ্বারা স্ফীত করিয়া একটী আরত কাচ পাত্র মধ্যে ছাড়িয়া দিলে উহা পাত্রের তলদেশে অবস্থিত করিবে । একপাশে উক্ত পাত্র মধ্যে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বায়ু প্রবেশ করাও—বেলুনটী ভাসিয়া উঠিবে, কারণ বায়ু কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বায়ু অপেক্ষা লঘু ।

কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বায়ু শ্বাস-ক্রিয়ার পক্ষে সম্পূর্ণ অমুপযোগী কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ মুক্তাবস্থায় থাকে না । যদিও বায়ু মধ্যে এই বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক থাকিলে শ্বাস-রুদ্ধ হইয়া প্রাণ বিয়োগ হয়, তথাপি ইহা প্রকৃত পক্ষে বিষাক্ত বাষ্প নহে । এই বাষ্প অক্সিজেনের স্থান অধিকার করিয়া বায়ু মধ্যে সঞ্চিত হয় সুতরাং অক্সিজেনের অভাবই মৃত্যু ঘটবার কারণ ।

পুরাতন কুপ, জাহাজের তলদেশ, খনির অভ্যন্তর প্রভৃতি যে সকল স্থানের বায়ুতে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্পের পরিমাণ অধিক, মনুষ্য তন্মধ্যে প্রবেশ করিলে প্রথমতঃ অজ্ঞান হইয়া পড়ে ; যদি তাহাকে শীঘ্র উত্তোলন করিয়া বহিঃস্থ বিস্তৃত বায়ু মধ্যে না আনয়ন করা যায়, তাহা হইলে তাহার মৃত্যু অবশ্যস্বার্থী । যথা সময়ে সাহায্যভাবে এরূপ ছুঁচটী বিস্তর ঘটিয়াছে । এরূপ স্থানে অবতরণের পূর্বে একটী আলোক নামাইয়া দেওয়া হয়, যদি আলোকটী না নিবিয়া যায়, তাহা হইলে মোটামুটি স্থির করা হয় যে তন্মধ্যে শ্বাসযোগ্য বায়ু আছে সুতরাং অবরোধ-কারীর বিপৎপাতের কোন সম্ভাবনা নাই । ফলতঃ এরূপ পরীক্ষা সম্পূর্ণ অত্রান্ত নহে । অক্সিজেন্ জীবন ধারণ ও দীপ-প্রজ্বলন এতদ্ব্যতিরিক্ত পক্ষে সমান প্রয়োজনীয় হইলেও বায়ু মধ্যে যে পরিমাণে থাকিলে কোন জীবই বাঁচিতে পারে না তদপেক্ষা অল্প থাকিলেও দীপালোক কিয়ৎক্ষণ পর্যন্ত তন্মধ্যে জ্বলিতে পারে ; এজন্য আলোক জ্বলিলেই যে উপরোক্ত স্থানসকল সম্পূর্ণ নিরাপদ তাহা নহে । যদি আমরা একটী বৃহৎ কাচ পাত্রে বায়ুর সহিত অধিক পরিমাণে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে একটী ক্ষুদ্র পক্ষী ছাড়িয়া দিই, তাহা হইলে উহা অল্প কালের মধ্যে নিশ্চেষ্ট ও মৃতপ্রায় হইয়া পড়িবে ; কিন্তু পক্ষীটী বাহির করিয়া একটী জলন্ত বাতি উক্ত পাত্র মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা কিয়ৎক্ষণ পর্যন্ত জ্বলিবে ।

ইহাতে দেখা যায় যে, যে বায়ু মধ্যে কোন জীব থাকিলে অনতিবিলম্বে তাহার প্রাণনাশ হইবার সম্ভাবনা, তাহার মধ্যে দীপালোক জলিবার মত আবশ্যকীয় অক্সিজেন থাকে ; হুতরাং উপরোক্ত পরীক্ষাটা ভ্রমশূন্য নহে । তবে যদি দীপটি বাহিরের বায়ুতে যে রূপ উজ্জ্বল ভাবে জলিতে থাকে, খনি প্রভৃতির মধ্যেও সেই-রূপ জলে তাহা হইলে উক্ত স্থানে নিরাপদে প্রবেশ করিতে পারা যায় । কিন্তু আলোক নিস্তম্ভ হইয়া গেলে তন্মধ্যে প্রবেশ একেবারেই অবিধেয় ।

কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প আশ্বাদনে ঈষদগ্ন । ইহা জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু অত্যধিক চাপ সংযোগে অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া সোডা ওয়াটার-শেমেনেড্ প্রভৃতি তৃপ্তি দায়ক পানীয় দ্রব্য প্রস্তুত করে ।

জল-মিশ্রিত কার্বনিক্ গ্যাসিডের প্রতি-ক্রিয়া অগ্নি ; ইহা ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইলে কার্বনেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে, ক্যালসিয়ম্ কার্বনেট্ প্রভৃতি জ্বর-হৃত্তিকা ধাতুর কার্বনেট্ গুলি কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প সাহায্যে জলে কিয়ৎ পরিমাণে দ্রব হইয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য ( Temporary Hardness ) সম্পাদন করে, ইহা পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে ।

পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্, ম্যাগনেসিয়ম্ ধাতুর কার্বনেট্ গুলি জলে দ্রবণীয়; অপরাপর ধাতুর কার্বনেট্ জলে দ্রবণীয় নহে ।

সমধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প প্রথমতঃ তরল ও পরে নিরেট অবস্থায় অনীত হইয়াছে ।

ধরণ নিরূপণ—১ । পরিকার চূণের জল এই বাষ্প সংস্পর্শে ঘোলা হইয়া যায় ।

২ । যে কোন কার্বনেটের সহিত জাবক একত্রিত হইলে উহার ফুটন উপস্থিত হইয়া কার্বনিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হয় ।

## শ্বাস-ক্রিয়া ( Respiration )

আমরা নিশ্বাস রূপে যে বায়ু গ্রহণ করি, তন্মধ্যস্থ অক্সিজেন্ আমাদের রক্তের সহিত মিশ্রিত হয় । ফুফুসের ক্ষুদ্র বায়ু-কোষ সমূহ অতি হৃদয় আবরণে গঠিত ; ইহার চতুর্দিকে হৃদয় রক্তসাহিকা কৈশিক ( Capillary ) শিরা দ্বারা পরিবেষ্টিত । নিশ্বাস গ্রহীত বায়ু ও ফুফুসস্থিত রক্ত এতদ্রভয়ের মধ্যে বায়ু-কোষ ও কৈশিক শিরার দ্বি-খানি অতি হৃদয় আবরণ দ্বারা ব্যবধান থাকে । বায়ুহিত

অক্সিজেন এই অবস্থানের মধ্য দিয়া রক্তের সহিত মিশ্রিত হয়। অক্সিজেন-মিশ্রিত রক্ত ফুস্ফুস হইতে প্রথমতঃ কংপিও পমন করে, পরে তথা হইতে সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয়।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে আমাদের শরীর মধ্যে নিরন্তর বৃহৎ দাহন-ক্রিয়া সংসাধিত হইতেছে এবং উহার ফলস্বরূপ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ সর্বদা উৎপন্ন হইতেছে। নিশ্বাসগ্রহীত অক্সিজেন্‌ বাষ্প রক্তের সহিত শরীর মধ্যে সঞ্চারিত হইয়া উক্ত দাহন-ক্রিয়া সাধন করে। এই রূপে রক্ত হইতে অক্সিজেনের ভাগ অপসৃত হইলে দাহন-ক্রিয়া জনিত কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প প্রভৃতি দূষিত পদার্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া ফুস্ফুস মধ্যে পুনরায় আগমন করে এবং প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যক্ত হয়। এইরূপে নিশ্বাস ও প্রশ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা শরীরস্থ রক্ত অসবরত শোধিত হয় এবং দূষিত পদার্থ সমূহ শরীর হইতে নির্গত হইয়া যায়।

আমরা এক মিনিটে ১৫ হইতে ১৮ বার নিশ্বাস গ্রহণ করিয়া থাকি; প্রতি প্রশ্বাসের সহিত ৩৫০ হইতে ৭০০ ঘন সেন্টিমিটার আয়তনের বায়ু ফুস্ফুস হইতে নির্গত হইয়া যায় কিন্তু ইহাতেও ফুস্ফুস সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য হয় না—প্রশ্বাস ত্যাগের পরেও কিয়দংশ বায়ু ফুস্ফুস মধ্যে থাকিয়া যায়।

যে বায়ু নিশ্বাস রূপে গ্রহীত হয়, তাহার প্রতি ১০,০০০ ভাগে সচরাচর ৪ ভাগ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প ও অল্প পরিমাণে জল-বাষ্প থাকিতে দেখা যায়; কিন্তু জান্তব অজান্তক পদার্থ ভ্রমধ্যে থাকে না। প্রশ্বাস-ত্যাগ বায়ুর প্রতি ১০,০০০ ভাগে ৩০০ হইতে ৬০০ ভাগ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প, পূর্বাগেকা অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প এবং জান্তব অজান্তক পদার্থ বিদ্যমান থাকে। রোগে, ব্যায়াম করিলে, নিদ্রার সময়, আহারান্তে বা উপবাস করিলে প্রশ্বাস-ত্যাগ বায়ুতে কার্বনিক্‌ গ্যাসিডের পরিমাণ সুস্থাবস্থা হইতে অনেক পৃথক্‌ হইয়া থাকে। ১ জন যুবা পুরুষ প্রতি ঘণ্টার প্রায় ২০ লিটার আয়তনের কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যাগ করে; এই পরিমাণ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ হইতে প্রায় ১৬০ গ্রেন্‌ কমলা প্রাপ্ত হওয়া যায় সুতরাং প্রতিদিন একটা বহুঘণ্টার শরীর হইতে প্রশ্বাসের সহিত ৩৯১২ গ্রেন্‌ (প্রায় ১ পোন্ড) ওজনের বায়ু নির্গত



হইয়া যায়। এই পরিমাণ করিয়া প্রতিদিন আমাদের প্রত্যেকের শরীরে দৃষ্ট হইতেছে এবং উক্ত দাহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরে বল সঞ্চিত ও তাপ সঞ্চিত হইয়া থাকে।

### বায়ু-সঞ্চালন (Ventilation)

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রাশ্বাস-তত্ত্ব বায়ুর ১০০ ভাগে প্রায় ৪ ভাগ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প বিদ্যমান থাকে। এরূপ বিবাক্ত বায়ু নিশ্বাস গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ অল্পপযোগী। আমরা প্রতি মিনিটে প্রায় ১৮ বার নিশ্বাস গ্রহণ ও প্রাশ্বাস ত্যাগ করি, সুতরাং স্বল্পকাল মধ্যেই আমাদের চতুর্দিকস্থ বায়ুরাশি বিবাক্ত হইয়া পড়ে। আমরা গৃহ মধ্যে রাত্রিকালে দীপ জ্বালাইয়া থাকি এবং শীত কালে কাঠ বা কয়লা জ্বালাইয়া শীত নিবারণ করি। তৈল, কাঠ, কয়লা বা গ্যাস্‌ দহ্য হইলে প্রচুর পরিমাণে কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প উৎপন্ন হয় ইহাও ইতিপূর্বে সবিস্তারে বর্ণিত হইয়াছে। উপরোক্ত কারণ সকলের সমবায়ে আমাদের চতুর্দিকস্থ বায়ুতে কার্বনিক্‌ গ্যাসিডের পরিমাণ এত অধিক হয় যে তাহা নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিলে নিশ্চয় প্রাণ বিনাশ হইবার কথা; কিন্তু যে কারণে এরূপ দুর্ঘটনা কদাচ ঘটিতে দেখা যায়, তাহাই এস্থলে আমাদের আলোচ্য। নিশ্বাস গ্রহণোপযোগী বায়ুর প্রতি ১০০ ভাগে ০০৬ ভাগের অধিক কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প বিদ্যমান থাকা উচিত নহে। যদি আমরা কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ মিশ্রিত বিবাক্ত বায়ুর সহিত বিগুণ্ড বায়ু এরূপ অধিক পরিমাণে মিশ্রিত করিতে সক্ষম হই যে উক্ত মিশ্রিত-বায়ু মধ্যে কার্বনিক্‌ গ্যাসিডের পরিমাণ শতকরা ০০৬ ভাগের অধিক না হয়, তাহা হইলে উক্ত বায়ু নিশ্বাস গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইতে পারে। বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা আমাদের এই উদ্দেশ্য সাধিত হয়। এইরূপে বিগুণ্ড বায়ু বিবাক্ত বায়ুর সহিত ক্রমাগতঃ মিশ্রিত হইলে কার্বনিক্‌ গ্যাসিডের পরিমাণ কমিয়া গিয়া স্বাভাবিক অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং উক্ত বায়ু পুনরায় নিশ্বাস গ্রহণোপযোগী হইয়া থাকে।

কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প সোডাওয়াটার, লেমনেড, বিয়ার, শ্যাম্পেন্‌ প্রভৃতি পানীয় দ্রব্যের সহিত উদরস্থ হইলে বিবের কার্য করে না; কিন্তু নিশ্বাস রূপে গ্রহীত হইলে রক্তের সহিত অক্সিজেন-মিশ্রণের প্রতিবন্ধকতা সাধন করিয়া গৌণ

ভাবে বিবেচনা করি। স্বাভাবিক পরিমাণ অপেক্ষা কিছুদধিক পরিমাণে কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প বায়ু মধ্যে থাকিলে কেহ কেহ ক্রেশ অনুভব করেন, কেহ বা অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণ সহ্য করিতে পারেন ; কিন্তু সাধারণতঃ ইহা বলা যাইতে পারে যে বায়ু মধ্যে শতকরা ১ ভাগের অধিক কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প থাকিলে উহা শ্বাসগ্রহণের পক্ষে একান্ত অনুপযোগী। বায়ুতে শতকরা ৫ ভাগ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প থাকিলে, অনেকেই শিরঃশীতা ও দৈহিক অবসন্নতা উপস্থিত হয়। ইহাপেক্ষা অধিক পরিমাণ কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প থাকিলে সংজ্ঞা-লোপ হয় এবং এই বাষ্পের পরিমাণ শতকরা ৮ বা ৯ ভাগ হইলে শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু উপস্থিত হয়।

কলিকাতার অন্ধকূপহত্যার বিবরণ কাহারও অবিদিত নাই। একটা মাত্র ক্ষুদ্রগবাঙ্কযুক্ত অনতি-পরিসর গৃহ মধ্যে কয়েক ঘণ্টা পরস্পরের পরিত্যক্ত কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প পরিপূর্ণ বিবাক্ত প্রাশ্বাস-বায়ু নিশ্বাস রূপে গ্রহণ করিয়া ১৪৬ জনের মধ্যে ১২৩ জন মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিল। প্রাতে উক্ত গৃহের দ্বার উন্মুক্ত হইলে ২৩ জন মাত্র লোক কোন রূপে জীবিত রহিয়াছে দৃষ্ট হইল। প্রাশ্বাস বায়ু কিরূপ বিবাক্ত এই লোমহর্ষণ করুণ ঐতিহাসিক ঘটনাই তাহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ স্থল।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে শ্বাসোপযোগী বায়ুতে শতকরা ০.৩ ভাগের অধিক কার্বনিক্‌ গ্যাসিড্‌ বাষ্প থাকা উচিত নহে, এবং বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা প্রাশ্বাস-ত্যাগ বায়ুতে কার্বনিক্‌ গ্যাসিডের পরিমাণ কমাইয়া উহাকে পুনরায় শ্বাসোপযোগী করা যাইতে পারে। কি উপায় অবলম্বন করিলে বাসগৃহ প্রভৃতি স্থানে বায়ু সর্বদা অবাধে সঞ্চালিত হইতে পারে, সম্ভ্রুতি তাহাই আমাদের আলোচনার বিষয়।

ভারতবর্ষের ন্যায় গ্রীষ্ম-প্রধান দেশে বাস গৃহ মধ্যে বায়ু-সঞ্চালনের নিমিত্ত কোন বিশেষ বায়ু-সাধ্য উপায় অবলম্বন করিতে হয় না। গ্রীষ্মের আতিশয্য বশতঃ বৎসরের মধ্যে প্রায় নয় মাস কাল বাস গৃহের দরজা, জানালা প্রভৃতি বায়ু-পথ সকল সর্বদাই উন্মুক্ত রাখিতে হয়, সুতরাং গৃহ মধ্যে বায়ু গমনাগমনের কোন রূপ প্রতিবন্ধকতা না হইবারই কথা।\* কিন্তু অজ্ঞতানিবন্ধন প্রকৃতিদত্ত একরূপ সৌকর্য্য সত্ত্বেও বহুসংখ্যক লোক বিষাক্ত বায়ুসেবনাভাবে দুর্বল, কখন কখন মৃত্যু-

ঘুরে পতিত হইতেছে। গৃহে রুহু রুহু দরজা বা জানালা না থাকিলে বাহু কখনই অব্যয়ে গমনাগমন করিতে পারে না, কিন্তু হুগুধের বিষয় এই যে এ দেশের অধিকাংশ লোকেরই এ বিষয়ে সম্যক্ দৃষ্টি নাই; কুজ গবাক্ষবিশিষ্ট হই একটী গৃহ নির্মাণ করিয়া কোন ক্রমে দিনপাত করিতে পারিলেই আপনাদিগকে সন্ত মনে করেন। শরীর পরিচ্ছন্ন রাখিবার জন্ত এ দেশীয় লোকে যে সকল সুনিয়ম অনুসরণ করেন তাহা অতীব প্রশংসনীয়। দন্তমার্জন, স্নান, হুই তিন বার বস্ত্রাদি ভ্যাগ প্রভৃতি আমাদের প্রাত্যহিক ক্রিয়া স্বাস্থ্য-রক্ষার পক্ষে বিশেষ উপযোগী, কিন্তু অধিকাংশ স্থলে নিতান্ত অক্লেয় জ্ঞায় আমরা এই সকল নিয়ম প্রতিপালন করিয়া থাকি। অতি শুভ্র পরিষ্কার বস্ত্রে একটী ভাত পড়িলে উহাকে তৎক্ষণাৎ অচ্চি ( “সচ্ছি” ) বলিয়া পরিত্যাগ করতঃ হুগুধময় অতি মলিন ( কিন্তু জলে কাচা ) বস্ত্র পরিধান করিতে সঙ্কুচিত হইনা! যে গৃহে বাস করি, তাহার অভ্যন্তর প্রদেশ পরিষ্কার রাখিতে আমরা সর্বদা যত্নশীল হই কিন্তু বাটার বাহিরে মল, মূত্র, হুগুধময় আবর্জনা-রাশি বা জঙ্গল থাকিলে তাহা পরিষ্কার করিতে নিতান্ত উদাস্ত প্রকাশ করিয়া থাকি। কলিকাতা সহরের মধ্যে অনেকানেক ধনী সম্ভ্রান্ত লোকের বাড়ীতে এরূপ দেখা গিয়াছে যে, অন্তরস্থ প্রাঙ্গণ মল, মূত্র ও আবর্জনারাশি দ্বারা আবহমান কাল পরিপূর্ণ হইয়া রহিয়াছে অথচ লক্ষপতি গৃহস্থামী বহুপরিবার-সম্বিত হইয়া উক্ত নরককুণ্ডের চতুর্দিকস্থিত অগণ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কুটুরীতে পুত্রপৌত্রাদিক্রমে সচ্ছন্দে বাস করিতেছেন! অনেকেরই পাকগৃহের পার্শ্বে কেণ, পাকগৃহ-দৌত জল, আবর্জনা প্রভৃতি ফেলিবার জন্ত একটী নালা বা ডোবা থাকে। অধিক দূরে ফেলিতে গেলে পাচকের বিশেষ অসুবিধা ও কষ্ট হইবার সম্ভাবনা, সেই জন্য এইরূপ সুবন্দোবস্ত করা হয়। চির সঞ্চিত এই আবর্জনারাশি হইতে হুগুধময় বাষ্প নির্গত হইয়া পাকগৃহে রক্ষিত অন্ন ব্যঞ্জন কি পরিমাণে দূষিত করে তাহা কেহই একবার ভাবিয়া দেখেন না। বিশেষতঃ বর্ষাকালে এই সকল নালা, ডোবা জলে পরিপূর্ণ হইয়া উঠে এবং পাকগৃহে পচা জলের সহিত কত কীট ও কৃষি প্রবেশ করে, এবং কে বলিতে পারে যে পাচকের অনবধানতা বশতঃ উহার গৃহস্থের উদরস্থ না হয়! কিন্তু এ সকল বিষয়ের প্রতিবিধান করা আমরা একেবারেই আবশ্যক বিবেচনা করি না।

কলিকাতাবাসী অনেকেরই সম্প্রতি এ বিষয়ে হুঁট পড়িয়াছে এবং এ সম্বন্ধে উন্নতিবিধান করিতে তাঁহারা সচেষ্ট হইয়াছেন ; কিন্তু শরীয়াতে বায়ুস্রাবকার এই সকল স্থানিয়ম প্রতিপালন সম্বন্ধে লোকের এখনও যথেষ্ট ঊদাস্য লক্ষিত হয় ।

আমাদিগের বঙ্গদেশে বৎসরের অধিকাংশ সময় দক্ষিণ দিক হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, এজন্য এদেশে বাসগৃহের দরজা ও জানালাগুলি উত্তর দক্ষিণমুখী ও ঠিক রুজু রুজু হওয়া উচিত । গৃহের চতুর্দিকেই দরজা জানালা থাকিলে বড়ই ভাল হয় । প্রত্যেক গৃহের বায়ু নির্গমনের স্বতন্ত্র পথ রাখা কর্তব্য অর্থাৎ যাহাতে এক গৃহের দূষিত বায়ু অপর গৃহে প্রবেশ করিতে না পারে, তাহার সুবন্দোবস্ত করা উচিত । বাসগৃহের ছাদের নীচের দেওয়ালে কতকগুলি ছিদ্র রাখা কর্তব্য ; প্রাশাস-ত্যক্ত বায়ু ও দীপালোক-সম্ভূত কার্বনিক্ স্ম্যাগিড্ বাষ্প উষ্ণতা হেতু উর্দ্ধে উদ্ভিত হইয়া এই সকল ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া বায়ু এবং উষ্ণত্ব দ্বারা ও জানালা দিয়া বহিঃস্থিত বিশুদ্ধ শীতল বায়ু গৃহমধ্যে প্রবেশ করিয়া উহার স্থান অধিকার করে । বিশেষতঃ বিদ্যালয়, কারখানা, সভাগৃহ প্রভৃতি যে সকল স্থানে এককালীন বহু লোকের সমাবেশ হয়, তথায় দেওয়ালের উপরিভাগে অনেকগুলি ছিদ্র এবং সমস্ত বায়ুপথ সর্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত । এই একই কারণে শীতকালেও আমাদিগের শয়নগৃহের অভ্যন্তরঃ একটা রুজু বায়ুপথ খুলিয়া রাখা উচিত ।

ইংলণ্ড প্রভৃতি শীত-প্রধান দেশে বাসগৃহের বায়ুপথ সর্বদা উন্মুক্ত রাখা একেবারেই অসম্ভব, এজন্য তথায় চিমনি (Chimney) দ্বারা বায়ু-সঞ্চালন কার্য সম্পন্ন হইয়া থাকে । শীতের প্রাচুর্য্য হেতু অগ্নিসেবনের নিমিত্ত গৃহ-মধ্যে একটা উনান (Hearth) এবং ধূমনির্গমনের জন্য উহার উপর একটা চিমনি নির্মিত হইয়া থাকে । উনানের মধ্যে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত হইলে বায়ু উত্তপ্ত হইয়া চিমনি দ্বারা উর্দ্ধে উদ্ভিত হয় ; সুতরাং গৃহস্থিত বায়ু ক্রমাগত উনানের মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহার স্থান অধিকার করে । যদিও গৃহের কপাট সর্বদা বন্ধ থাকে, তথাপি দরজা ও জানালার ছিদ্র দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু নিরন্তর গৃহমধ্যে প্রবেশ করে, সুতরাং এইরূপে একটা বায়ু-প্রবাহ গৃহমধ্যে অবিরাম সঞ্চালিত হইয়া প্রাশাস ও দাহন-ক্রিয়া-জনিত কার্বনিক্ স্ম্যাগিড্ বাষ্পমিশ্রিত দূষিত বায়ুকে গৃহমধ্যে সঞ্চিত হইতে দেয় না ।

ভূগর্ভ-নিহিত গভীর খনির মধ্যেও চিম্নি সহযোগে বায়ু সঞ্চালিত হয়। এরূপ স্থলে একটীর পরিবর্তে দুইটা চিম্নি ব্যবহৃত হয়। দুইটা চিম্নিই খনির মধ্য হইতে উদ্ভিত হইয়া ভূমির উপরিভাগে কিয়দূর পর্য্যন্ত বিস্তৃত থাকে। একটা চিম্নির নীচে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করা হয়, ইহা দ্বারা খনিমধ্যস্থ দূষিত বায়ু নির্গত হইয়া যায়; অপর চিম্নি দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু খনির মধ্যে প্রবেশ করে।

যে চিম্নি দ্বারা দূষিত বায়ু নির্গত হইয়া যায়, তাহার উর্দ্ধমুখে একখানি চক্রাকার পাখা অনবরত ঘুরাইলে অভ্যন্তরস্থ বায়ু আকৃষ্ট হইয়া অতি শীঘ্র উর্দ্ধে উঠিয়া যায়, স্রুতরাং গৃহমধ্যে বায়ু সঞ্চালন ক্রিয়া দ্রুতভাবে সম্পন্ন হইয়া থাকে। জাহাজের তলদেশ হইতে বায়ু-সঞ্চালন জন্য যে চিম্নি উর্দ্ধে উদ্ভিত হয়, তাহার উর্দ্ধ মুখ যে দিক হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, তাহার বিপরীত দিকে ফিরান থাকে; বায়ু বহিবার সময় চিম্নির মুখে লাগিয়া অল্পদিকে ফিরিয়া যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে চিম্নির অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে শীঘ্র উর্দ্ধে টানিয়া লয়। এইরূপে জাহাজের তলদেশে স্রুচাক্রুরূপে বায়ু সঞ্চালিত হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন-যুক্ত কার্বন যৌগিক ।

প্রকৃতি মধ্যে অঙ্গার ও হাইড্রোজেন মিলিত যৌগিক বহুল পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু আমরা বহু চেষ্টা করিয়াও এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন সহজে সংঘটন করিতে পারি না। পাথরিয়া কয়লা রুদ্ধপাত্রে দগ্ধ করিয়া কোল্‌গ্যান প্রস্তুত করিবার সময় অঙ্গার ও হাইড্রোজেন মিলিত বিবিধ যৌগিক উৎপন্ন হয়।

অঙ্গার হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া বেরূপ অসংখ্য যৌগিক প্রস্তুত করে, অন্য কোন মূল পদার্থ সম্বন্ধে সেরূপ দেখিতে পাওয়া যায় না।

অঙ্গার ও হাইড্রোজেন মিলিত যৌগিক সকল হাইড্রো-কার্বন (Hydro-Carbon) নামে অভিহিত। ইহারা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; কোল্‌গ্যানের মধ্যে ইহারা আছে বলিয়া উহা এত সহজে জলিয়া থাকে।

সুভাব-জাত হাইড্রো-কার্বনদিগের মধ্যে পেট্রোলিয়ম (Petroleum) সর্ব প্রধান। ইহা মৃত্তিকাত্মকত্বের তরল ও বাষ্পাকারে প্রাপ্ত হওয়া যায়। পেট্রোলিয়ম বহুসংখ্যক হাইড্রো-কার্বনের মিশ্রণে উৎপন্ন।

পেট্রোলিয়ম্‌ পরিশুদ্ধ করিয়া কেরোসিন্‌ তৈল প্রস্তুত হয় । পরিশুদ্ধ করিবার সময় ন্যাপ্থা ( Naphtha ), বেনজিন্‌ ( Benzene ) প্রভৃতি অল্প তাপ-মাত্রায় দাহ্য তরল পদার্থ সকল প্রথমতঃ পৃথক্‌ হইয়া আইসে, পরে তাপ-মাত্রায় আধিক্য হইলে কেরোসিন্‌ তৈল পৃথক্‌ হইয়া পড়ে । ন্যাপ্থা, বেনজিন্‌ প্রভৃতি সহজ-দাহ্য হাইড্রো-কার্বন্‌ কেরোসিনের সহিত মিশ্রিত থাকিলে উক্ত তৈল সামান্য উত্তাপেই জলিয়া উঠিয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা; এজন্য জ্বালানি কেরোসিন্‌ তৈল হইতে উহাদিগকে পৃথক্‌ করিয়া লওয়া আবশ্যক । কেরোসিন্‌ তৈল পরিশুদ্ধ হইয়া গেলে পর পাত্রमध्ये যে গাঢ় তৈলবৎ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহা হইতে প্যারাকিন্‌ ( Paraffin ) নামক একটা নিরেট হাইড্রো-কার্বন্‌ প্রস্তুত হয় । প্যারাকিন্‌ হইতে বাতি নিশ্চিত হইয়া থাকে এবং উহা অন্য ব্যবহারেও লাগে । পেট্রোলিয়ম্‌-স্থিত হাইড্রো-কার্বন্‌দিগের মধ্যে মিথেন্‌ বা মার্শ-গ্যাস্‌ ( Methane or Marsh gas ) সর্ব প্রধান । ইহার সান্দ্রত্বিক চিহ্ন  $CH_4$  । এতদ্ব্যতীত ইথেন্‌ ( Ethane,  $C_2H_6$  ), প্রোপেন্‌ ( Propane,  $C_3H_8$  ) প্রভৃতি অন্যান্য হাইড্রো-কার্বন্‌ও পেট্রোলিয়মে বিদ্যমান থাকে ।

হাইড্রো-কার্বন্‌গুলি সাধারণতঃ মিথেন্‌, ইথিলিন্‌, গ্যাসিটিলিন্‌, বেনজিন্‌ প্রভৃতি কতিপয় শ্রেণীতে বিভক্ত, এবং এই এক এক শ্রেণীর মধ্যে সমধর্ম-বিশিষ্ট কতকগুলি হাইড্রো-কার্বন্‌ আছে । প্রত্যেক শ্রেণীর অন্তর্গত হাইড্রো-কার্বন্‌দিগের মধ্যে এক অতি সরল সম্বন্ধ বিদ্যমান থাকিতে দেখা যায় । মিথেন্‌ শ্রেণীর অন্তর্ভূত আটটি হাইড্রো-কার্বনের নাম ও সান্দ্রত্বিক চিহ্ন নিয়ে প্রদত্ত হইল ; যথা—

মিথেন্‌ Methane,  $CH_4$   
ইথেন্‌ Ethane,  $C_2H_6$   
প্রোপেন্‌ Propane,  $C_3H_8$   
বিউটেন্‌ Butane,  $C_4H_{10}$

পেন্টেন্‌ Pentane,  $C_5H_{12}$   
হেক্সেন্‌ Hexane,  $C_6H_{14}$   
হেপ্টেন্‌ Heptane,  $C_7H_{16}$   
অক্টেন্‌ Octane,  $C_8H_{18}$

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, মিথেন্‌ ও ইথেনের মধ্যে প্রভেদ এই যে শেষোক্ত পদার্থে প্রথমোক্ত পদার্থ অপেক্ষা  $CH_2$  অধিক আছে ; যথা—

• মিথেন্‌  $CH_4$  এবং ইথেন্‌  $CH_4 + CH_2 = C_2H_6$ .

এইরূপে উপরোক্ত জালিকাত্ত্বক হাইড্রো-কার্বনগুলির পরস্পর সম্বন্ধ আলোচনা করিলে ইহা প্রতীয়মান হয় যে, শুদ্ধ  $\text{CH}_4$  চিক্ক হাইড্রো-কার্বনের সংযোগে একটী হইতে অপরটা উৎপন্ন হইয়া থাকে। এই প্রণালী অবলম্বনে গঠিত হাইড্রো-কার্বনের শ্রেণীকে ইংরাজীতে হমলোগুস্ (Homologous) করে।

মিথেন্ শ্রেণীর ন্যায় ইথিলিন্ ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), ম্যাসিটিলিন্ ( $\text{C}_3\text{H}_2$ ), বেনজিন্ ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীভুক্ত হাইড্রো-কার্বনগুলির মধ্যেও পূর্বোক্তরূপ সরল সম্বন্ধ লক্ষিত হয়। বাহ্যিকভাবে এস্থলে তাহাদিগের অবতারণা করা খেল না।

নিক্তে কয়েকটী প্রয়োজনীয় হাইড্রো-কার্বনের বিষয় সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

১ম। মিথেন্ বা মার্শগ্যাস্ (Methane,  $\text{CH}_4$ )—পেট্রোলিয়মের মধ্যে এই বাষ্প অবস্থিতি করে; জলাভূমিতে উদ্ভিজ্জ-পদার্থ পচিয়া এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়, এজন্য ইহা জলা-বাষ্প নামে অভিহিত।

পাথরির কয়লার খনির মধ্যেও এই বাষ্প অস্বাভাবিক পরিমাণে থাকিতে দেখা যায়; খনির মধ্যে যাহারা কৰ্ম্ম করে, তাহাদিগের নিকট ইহা ফায়ার-ডাম্প্ (Fire-damp) নামে পরিচিত। ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া স্ফোটন-শীল একটী মিশ্র-বাষ্প প্রস্তুত করে, অগ্নিসংযোগ মাত্রেই উহা জলিয়া উঠে। এই কারণে পাথরির কয়লার খনির ভিতর আলোক লইয়া গেলে মধ্যে মধ্যে ভয়ানক অগ্নিকাণ্ড উপস্থিত হইয়া বহুসংখ্যক লোক মৃত্যুমুখে পতিত হইত। স্যার হক্কে ডেভি কর্তৃক আবিষ্কৃত দীপ দ্বারা এইরূপ ভয়ঙ্কর ছুঁটনা সম্পূর্ণরূপে নিরাকৃত হইয়াছে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সোডিয়ম্ ম্যাসিটেট্ নামক লবণ কষ্টিক্ পটাশ্ এবং চুনের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে মার্শগ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

স্বক্ৰপ ও ধর্ম্ম।—জলা-বাষ্প বর্ণহীন ও অদৃশ্য; ইহার কোন আত্মদ গন্ধ নাই। ইহা দহ হইলে কার্বনিক্ ম্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপন্ন হয়। বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া অগ্নি সংযুক্ত হইলে স্ফোটন হয়।

২য়। ইথিলিন্ (Ethelene,  $\text{C}_2\text{H}_4$ )—সুরা-সার ও উগ্র সল্-কিউরিক্-অ্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

ইহা বর্ণ হীন ও দাহ—অগ্নিসংযোগে ধূমযুক্ত আলোক নিঃসৃত করিয়া জলিতে থাকে ।

৩য় । অ্যাসিটিলিন (Acetylene,  $C_2H_2$ )—তৈল-সংযুক্ত প্রদীপ জলিবার সময় এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । ইহা দুর্গন্ধ যুক্ত, প্রদীপ নিবাইয়া দিলে এই গন্ধ অমৃভূত হইয়া থাকে । অ্যাসিটিলিন উজ্জল শিখা বিস্তার করিয়া জলিয়া থাকে ।

কোল-গ্যাস (Coal Gas)

আমরা কলিকাতার পথে যে গ্যাসের আলোক দেখিতে পাই, তাহা কোল-গ্যাস্ আলাইয়া উৎপন্ন হইয়া থাকে । পাথরিয়া করলা হইতে কোল-গ্যাস প্রস্তুত হয় । একটা রুদ্ধ পাত্রে পাথরিয়া করলা রাখিয়া সমধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আল্‌কাতরা (Tar), অ্যামোনিয়া এবং কোল-গ্যাস্ অন্যান্য পদার্থের সহিত নির্গত হয় এবং কোক্‌ পাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে ; ইহা আমরা ইন্ধনরূপে ব্যবহার করি । রুদ্ধ পাত্রের সহিত কয়েকটা নল সংযোগ করিয়া শীতল জলে নলগুলির মুখ নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে আল্‌কাতরা উহার তলদেশে স্থিত হয়, অ্যামোনিয়া-বাষ্প জলের মধ্যে দ্রব হইয়া থাকে এবং কোল-গ্যাস্ বৃহদাকারে নল হইতে জলের মধ্য দিয়া উখিত হয় । এই বাষ্প গ্যাসোমিটার (Gasometer) নামক বৃহদাকার পাত্রে সঞ্চিত হয়, পরে টাপ দ্বারা গ্যাসোমিটার হইতে উহা নলসংযোগে রাজপথ ও অন্যান্য স্থলে নীত হইয়া জালান হইয়া থাকে ।

নাইট্রোজেন-যুক্ত কার্বন্‌ যৌগিক ।

সাইনোজেন (Cyanogen,  $CN$ )—কার্বন্‌ ও নাইট্রোজেনের মিলনে এই বাষ্প উৎপন্ন হয় ।

কার্বন্‌ সহজে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হয় না । কিন্তু এই দুই পদার্থ এবং কার্বনেট্‌ অব্‌ পোটাসিয়ম্‌ নামক লবণ একত্রিত করিয়া অত্যধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পোটাসিয়ম্‌ সায়ানাইড্‌ (Potassium Cyanide,  $KCN$ ) নামক যৌগিক প্রস্তুত হয় । পোটাসিয়ম্‌ সায়ানাইড্‌ মার্কিউরিক্‌ যৌগিকের সহিত মিলিত হইলে মার্কিউরিক্‌ সায়ানাইড্‌ [ $Hg(CN)_2$ ] উৎপন্ন হয় এবং ইহা উত্তাপ সংযোগে বিস্ফীত হইয়া সাইনোজেন (Cyanogen) নামক বাষ্প উৎপাদন করে ।

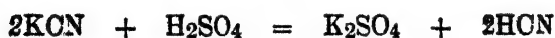


সাইনোজেন অম্লশা, বর্ণ ও গন্ধহীন বিষাক্ত বাষ্প; ইহা জলে সহজে দ্রবনীয় এবং দাহ্য—অগ্নিসংযোগে গোলাপীবর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জলিতে থাকে।

**হাইড্রো-সায়ানিক্ স্যাসিড্ ( Hydro-Cyanic Acid, HCN )**—কার্বন হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ উৎপাদন করে। ইহা তিক্ত বাদাম ও অন্যান্য কতকগুলি ফলের মধ্যে স্বভাবতঃ স্বল্প পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

**প্রস্তুতকরণ প্রণালী।**—শূন্য, নথর, কেশ, রক্ত প্রভৃতি জাতীয় পদার্থ পোটাসিয়ম্ কার্বনেট্ ও লৌহের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইড্ ( Potassium Ferro-Cyanide,  $K_4 Fe (CN)_6 + 6H_2O$  ) নামক লবণ প্রস্তুত হয়, পরে অধিকতর উত্তাপ সংযোগে উহা বিস্ফিট হইয়া পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক লবণে পরিণত হয়।

পোটাসিয়ম্ সায়ানাইডের সহিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত হইলে হাইড্রো-সায়ানিক্ স্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হয়; যথা—



পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইডের সহিত জলমিশ্রিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত করিলেও এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

**স্বরূপ ও ধর্ম্ম।**—হাইড্রো-সায়ানিক্ স্যাসিড্ উদ্বায়, বর্ণহীন, বাদামের ন্যায় গন্ধবিশিষ্ট তরল দ্রাবক। বাষ্পাবস্থায় অগ্নি সংযোগে ঈষৎ গোলাপী-বর্ণের শিখা ধারণ করিয়া জলিতে থাকে। ইহা জলে অতি সহজে দ্রব হইয়া জল-মিশ্রিত ( Diluted ) হাইড্রো-সায়ানিক্ স্যাসিড্ প্রস্তুত করে। এই দ্রাবক অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ। ইহার এক বিদ্ধ বা জল-মিশ্রিত দ্রাবকের ১ ড্রাম্ মাত্র উদরস্থ হইলে প্রাণবিস্রোগ হয়; সেবন করিবামাত্র রোগী চীৎকার করিয়া তৎক্ষণাৎ অচেতন হয় এবং স্বল্পকাল মধ্যে মৃত্যুমুখে পতিত হইয়া থাকে। এই দ্রাবক অতিশয় সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্তব্য। ইহা অল্প মাত্রায় কিয়ৎক্ষণ আত্মাণ করিলেও শিরঃপীড়া ও অবসাদ উপস্থিত হয়। এই বিষ পান করিলে রোগীকে স্যামোনিয়া, ক্লোরিন প্রভৃতি বাষ্পের আত্মাণ দেওয়া হয়, এতদ্বারা বিষের কার্য করে।

জল-মিশ্রিত হাইড্রো-সায়ানিক স্যাসিড্ স্বল্পমাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়; বোতলের ছিপি খুলিয়া রাখিলে শীঘ্রই সমস্ত দ্রাবক উড়িয়া যায়, কেবল মাত্র জল অবশিষ্ট থাকে, এজন্য বোতলটা সৰ্বদা ছিপিবদ্ধ করিয়া রাখা উচিত।

হাইড্রো-সায়ানিক স্যাসিড্ বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে সায়ানাইড্ (Cyanide) কহে। ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক যৌগিক ফটোগ্রাফি, গিন্টিকরণ প্রভৃতি নানাবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ইহাও একটা বিষাক্ত পদার্থ।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। সিল্ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে খেতবর্ণ সিল্ভার্ সায়ানাইড্ প্রস্তুত হয়।

২। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা এবং ফেরস্ ও ফেরিক্ যৌগিকের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ প্রসিয়ান্ বু প্রস্তুত হয়; ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ সংযোগে পরিষ্কার হইয়া পৃথক্ হইয়া পড়ে।

৩। স্যামোনিয়ম্ সল্ফাইড্ সংযোগে স্যামোনিয়ম্ সল্ফো-সায়ানাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। ইহা ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে উক্ত দ্রাবণ পাঁচ রক্তবর্ণ ধারণ করে।



# অর্থম পরিচ্ছেদ ।

## ক্লোরিন্ (Chlorine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cl, পারমাণবিক ওজন ৩৫.৫।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে শীল্ (Scheele) নামক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন। প্রকৃতিমণ্ডলে ক্লোরিনকে অসংযুক্ত অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহা ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্লোরাইড্ নামক লবণ রূপে পৃথিবীর সর্বত্র অবস্থিতি করে। সমুদ্রজলে ও ভূগর্ভে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ (খাদ্য-লবণ) প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ম্যাগ্নেশিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্প পরিমাণে সমুদ্রের জলে বিদ্যমান থাকে। পৃথিবীর স্থানে স্থানে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্পাধিক পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়।

আমাদিগের শরীর মধ্যে রক্ত প্রভৃতি যে সকল তরল পদার্থ আছে, সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ তন্মধ্যে অধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। কিন্তু মাংসাদি নিরেট পদার্থে এবং উদ্ভিজ্জ মধ্যে ইহা অল্প পরিমাণে থাকে, এজন্য এই সকল পদার্থ খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হইবার সময় লবণ মিশ্রিত করিয়া লইতে হয়।

সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ নানাবিধ শিল্পকার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কাচ, সাবান, মাটির বাসন প্রভৃতি অত্যাৱশ্যকীয় পদার্থ নিৰ্মাণ করিবার জন্য ইহার প্রয়োজন হয়। এতদ্ব্যতীত হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্, স্লীচিং পাউডার, কষ্টিক্ সোডা প্রভৃতি শিল্পকার্যে ব্যবহার্য্য নানাবিধ যৌগিক প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—১। উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প নির্গত হয় এবং ম্যাঙ্গানীজ্ ক্লোরাইড্ নামক লবণ পাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে; যথা—



৬০ পরীক্ষা ।—একটি কাচকুপীর মধ্যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ ও স্যাফ্রানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া কুপীর মুখ একটি ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ কর। জিহ্ন মধ্যে একটি সরু বক্স কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাইয়া ষাণ্ড এবং নলের অপর মুখ একটি শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে স্থাপন করিয়া কাচকুপীতে উত্তাপ প্রয়োগ কর। ক্লোরিন্ বাষ্প নল দ্বারা নির্গত হইয়া গুরুভার হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করতঃ বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

২। হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিডের পরিবর্তে সোডিয়াম্ ক্লোরাইড্ ও সল্ফিউ-রিক্ স্যাসিড্ স্যাফ্রানীজ্ ডাই-অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—ক্লোরিন্ বাষ্প হরিদাভ পীতবর্ণ (Greenish yellow) ও স্বচ্ছ। ইহার গন্ধ অতীব উগ্র ও স্বাস্থ্যবিরোধক। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে স্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং অধিক মাত্রায় ভ্রাণ করিলে স্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু ঘটনা থাকে। এই বাষ্প অতি সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্তব্য। যে বোতলে ক্লোরিন্ সঞ্চিত থাকে তাহা কখনই নাসিকার নিকটে উদ্ধৃত্ত করা বিধেয় নহে। ক্লোরিন্ বাষ্প ভ্রাণজনিত স্বাস-ক্লঙ্ঘন স্যামো-নিয়া ও শ্বস-সার আঘাত প্রদায়ক পরিমাণে উপশমিত হয়।

এই বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ২.৪৫ গুণ ভারী। সমধিক বায়ু-চাপ বা অত্যধিক শৈত্য সংযোগে ইহা প্রথমতঃ তরল পরে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

ক্লোরিন্ বাষ্প জলে দ্রবনীয় এবং পানদের সহিত একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া একটি রাসায়নিক বৌগিক প্রস্তুত করে, একারণ অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরায়ণ বাষ্পের ন্যায় জল বা পানদপূর্ণ পাত্রে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না। জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরিন্ ওয়াটার্ নামক পরিচায়ক (Re-agent) প্রস্তুত হয়। ইহা কিছুদিন আলোক সংস্পর্শে থাকিলে নষ্ট হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিডে পরিণত হয়। এজন্য ব্যবহার কালেই এই পরিচায়ক প্রস্তুত করা কর্তব্য।

ক্লোরিন্ হাইড্রোজেনের সহিত আলোক সংস্পর্শে অতি সহজেই সম্মিলিত হয়। কোন পাত্র ক্লোরিন্ ও হাইড্রোজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করতঃ অন্ধকার মধ্যে রাখিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় না, কিন্তু সূর্য বা দীপালোক সংস্পর্শে অনতিবিলম্বে উভয়ে সশব্দে মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্

বাষ্প উৎপাদন করে । ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন্‌ এতদ্বয়ের মধ্যে একরূপ রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে যে, হাইড্রোজেন্‌-যুক্ত কোন পদার্থের সহিত ক্লোরিন একত্রিত হইলে উক্ত পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন্‌কে বিচ্ছিন্ন করিয়া উভয়ে মিলিত হয় এবং এই রাসায়নিক মিলনের ফলস্বরূপ উদ্ভাপ ও আলোক উদ্ভূত হয় ।

৬১ পরীক্ষা।—এক খণ্ড ক্লিফ্‌ কাগজ টাপিন্‌ তৈলে সিক্ত করিয়া ক্লোরিনপূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর ; কাগজ ধানি জলিয়া উঠিবে এবং বোতলের অভ্যন্তর প্রদেশ ভূষা দ্বারা পরিবাস্ত হইবে ।

টাপিন্‌ তৈলের মধ্যে হাইড্রোজেন্‌ আছে । এই হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিনের এত সতেজে রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হয় যে, আলোক উৎপন্ন হইয়া কাগজ ধানি জলিয়া উঠে এবং টাপিন্‌ তৈলস্থিত অঙ্গার ভূষারূপে বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হয় ।

সহজ তাপ-মাত্রায় কতিপয় মূল পদার্থের সহিত ক্লোরিনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় ।

৬২ পরীক্ষা।—ক্লোরিনপূর্ণ বোতলের মধ্যে ক্ষুদ্র এক খণ্ড কস্‌ফরাস্‌ নিক্ষেপ করিলে উহা তৎক্ষণাৎ জলিয়া উঠে এবং কস্‌ফরাস্‌ ট্রাই-ক্লোরাইড্‌ ( $PCl_3$ ) নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হয় ।

৬৩ পরীক্ষা।—ক্লোরিনপূর্ণ বোতলের মধ্যে স্যাণ্টিমিন ধাতুর সূক্ষ্ম চূর্ণ নিক্ষেপ কর, ধাতুচূর্ণ অগ্নিময় দেখাইবে এবং স্যাণ্টিমিন ক্লোরাইড্‌ নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে ।

ক্লোরিন বাষ্প সহজে উদ্ভিজ্জ বর্ণ নষ্ট করে, একারণ এই বাষ্প শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে । উদ্ভিজ্জাত যে কোন বর্ণে রঞ্জিত বস্তুখণ্ড জীবাশ্ম করতঃ ক্লোরিন বাষ্প মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা শীঘ্র বর্ণহীন হইয়া যায় ; কিন্তু বস্তু শুষ্ক থাকিলে উহার বর্ণের কোন পরিবর্তন ঘটে না । ইহার কারণ এই যে হাইড্রোজেনের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি বিধায় ক্লোরিন আর্দ্র-বস্ত্র-সংলগ্ন জল হইতে হাইড্রোজেন্‌ টানিয়া লয় ও অক্সিজেনকে মুক্ত করিয়া দেয় ; সুতরাং উদ্ভিজ্জ বর্ণ সমূহ মুক্ত-অক্সিজেন-সংযুক্ত হইয়া বর্ণহীন হইয়া পড়ে ।

৬৪ পরীক্ষা।—একটি লম্বা জবা ফুল ক্লোরিনপূর্ণ বোতলের মধ্যে রাখিয়া দাও, ফুলটী শীঘ্র বর্ণহীন হইয়া যাইবে ।

এই সকল দীপশলাকার কাঠি ক্রীড়াচ্ছলে-মুখমধ্যে প্রবেশ করাইয়া অল্প সময় বিধাক্রান্ত হইতে পারে, এজন্য ইহাদিগের ব্যবহারে বিপৎপাত সম্ভাবনা ছিল। এক্ষণে ইহার পরিবর্তে যে দীপশলাকা ব্যবহৃত হয় সেফ্টি ম্যাচ ( Safety match ) নামে অভিহিত—ইহা প্রস্তুত করি নিমিত্ত রক্তবর্ণ ফস্ফরাস্ ব্যবহৃত হয়। স্যাণ্টিমনি সল্ফাইড্ ( সাল্ফার ক্লোরেট্-অব্-পটাশ্ ও বোতলচূর্ণ শিরীসের সহিত মিশ্রিত করিয়া কাঠির লাগান হয় এবং বাস্তব দুই পার্শ্বে রক্তবর্ণ ফস্ফরাস্-লিপ্ত দুই কাগজ আঁটা থাকে; দীপশলাকায় কাঠি বাস্তব-সংলগ্ন এই কাগজে ঘষি জলিয়া উঠে, অন্য কোথাও ঘষিত হইলে জলে না।

উদ্ভিজ্জ পদার্থ মধ্যে যে ফস্ফেট থাকে, তাহাই আমরা খাদ্যের সহিত গ্রহণ করিয়া শরীর পোষণের নিমিত্ত ফস্ফরাস্ প্রাপ্ত হই। উদ্ভিদেয়া হইতে ফস্ফেট গ্রহণ করে, এজন্য হাড়ের গুঁড়া ও অন্যান্য ফস্ফেট সংযুক্ত পদার্থ ভূমিতে সার দিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ফস্ফরাস্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্ফরাস্ অক্সাইড্ (  $P_4O_6$  ) ফস্ফরাস্ পেন্টক্সাইড্ বা ফস্ফরিক্ গ্যান্হাইড্রাইড্ ( Phosphoric Pentoxide or Phosphoric Anhydride,  $P_2O_5$  ) নামক দুই যৌগিক প্রস্তুত করে। ফস্ফরাস্ অধিক পরিমাণ বায়ু বা অক্সিজেন সহ জ্বলিলে ফস্ফরিক্ গ্যান্হাইড্রাইড্ স্বেতবর্ণ ধূমাকারে উৎপন্ন হয়; ইহা জল সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্ফরিক্ গ্যাসিড্ (  $H_3PO_4$  ) প্রস্তুত হয়।

কার্বোকাপিয়্যার ডাইলিউট্ ফস্ফরিক্ গ্যাসিড্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। ত্রিবিধ বর্ণ ফস্ফরাস্, উগ্র নাইট্রিক্ গ্যাসিড্ ও পরিশ্রুত জল একত্রিত করিয়া উত্তম প্রয়োগ করিলে উগ্র ফস্ফরিক্ গ্যাসিড্ প্রস্তুত হয়। ইহার ৩ ভাগ, পরিশ্রুত জল সংযোগে ১ পাইন্ট করিয়া লইলেই উক্ত জল-মিশ্রিত দ্রাবক প্রস্তুত হয়।

ফস্ফরাস্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ ( Phosphuretted Hydrogen,  $PH_3$  ) নামক হর্গন্ধ যুক্ত বাষ্প প্রস্তুত করে। ইহা বায়ু সংস্পর্শে জলিয়া স্বেতবর্ণ ধূমায় রূপান্তরিত করে।

পরীক্ষা—একটা কাচ পাत्रে দস্তা, জল-মিশ্রিত সলফিউরিক্‌ স্যাসিড্‌ এবং ক্ষুদ্র কয়েক খণ্ড ফস্ফরাস্‌ একত্রে রাখ। ফস্ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ উৎপন্ন হইয়া বৃহৎকারে ক্রমান্বয়ে দল হইতে উথিত হইবে এবং বায়ু সংস্পর্শে জ্বলিয়া গোলাকার চক্র উৎপাদন করিবে।

ক্যালসিয়াম্‌ ফস্ফাইড্‌ নামক ফস্ফরাসের ধাতব যৌগিক জলের সহিত মিশ্রিত হইলেও ফস্ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

ফস্ফরাসের স্বরূপনিরূপণ।—১। ফস্ফরাস-মিশ্রিত পদার্থ অন্ধকারে উজ্জ্বল দেখায়।

২। উগ্র নাইট্রিক্‌ স্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্ফরিক্‌ স্যাসিড্‌ প্রস্তুত হয় এবং নিম্নলিখিত প্রণালীতে পরীক্ষিত হইয়া থাকে—

ক। নাইট্রেট্‌ অব্‌ সিলভারের সহিত হরিত্রাবর্ণ ফস্ফেট্‌ অব্‌ সিলভার্‌ প্রস্তুত হয়।

খ। উগ্র নাইট্রিক্‌ স্যাসিড্‌ ও স্যামোনিয়াম্‌ মলিবিডেটের দ্রাবণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিত্রাবর্ণ পদার্থ উৎপন্ন হয়।

গ। স্যামোনিয়া ও ম্যাগ্নেসিয়াম্‌ সল্‌ফেটের দ্রাবণ সংযোগে যেতবর্ণ দানায়ুক্ত স্যামো-নিয়ো-ম্যাগ্নেসিয়ান্‌ ফস্ফেট্‌ প্রস্তুত হয়।

## আর্সেনিক্‌ (Arsenic)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন  $As$ , পারমাণবিক ওজন ৭৪.৯।

বাতুর সহিত আর্সেনিকের কোন কোন অংশে সাদৃশ্য থাকিলেও ফস্ফরাসের সহিত ইহার রাসায়নিক ধর্ম সন্মুখে এত অধিক সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয় যে ইহা অসম্ভব পদার্থ মধ্যে পরিগণিত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক্‌ কখন কখন খনিতে বিস্তৃতাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা সচরাচর গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া মনঃশিলা ( $Realgar, As_2S_2$ ) ও হরিতাল ( $Orpiment, As_2S_3$ ) রূপে আকরমধ্যে অবস্থিতি কবে। এতদ্ব্যতীত ইহা লৌহ, নিকেল, কোবল্ট্‌ প্রভৃতি ধাতুর সল্‌ফাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া আকরে থাকিতে দেখা যায়। মিস্পিকেল্‌ ( $Mispickel$ ) আর্সেনিকের একটা প্রধান খনিজ যৌগিক, সাধারণতঃ এই পদার্থ দগ্ধ করিয়া স্নেকোবিষ ( $White\ Arsenic, As_2O_3$ ) প্রস্তুত হইয়া থাকে।

সেকোর সহিত কয়লা ও সোডিয়ম্ কার্বনেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আর্সেনিক্ বাষ্পাকারে পৃথক হইয়া পাত্রে নীতলাংশে জমাট বাধে ।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—ইহা দেখিতে দীর্ঘ ও কৃষ্ণবর্ণ, ভঙ্গ-প্রসঙ্গ ও ঘাতব উজ্জ্বল্য বিশিষ্ট । উত্তাপ প্রয়োগে দ্রব না হইয়া ধূমাকারে উড়িয়া যায় এবং রক্ত-নের গন্ধের ন্যায় এক প্রকার দুর্গন্ধ নির্গত হয় ।

সেকো ( Arsenious Acid,  $As_2O_3$  )—আর্সেনিক-মিশ্রিত খনিজ যৌগিককে বায়ুমধ্যে দগ্ধ করিলে আর্সেনিক্ বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় । ইহার অপর নাম আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্, সাধারণতঃ ইহা স্বেত আর্সেনিক্ ( White Arsenic ) বা আর্সেনিক নামে অভিহিত ।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্ সাধারণতঃ দ্বিবিধ আকারে অবস্থিতি করে—একটি অষ্টকোণবিশিষ্ট স্ফটিকাকার ও অপরটি প্রথমতঃ বর্ণহীন স্বচ্ছ কাচের ন্যায় থাকে, কিছুকাল পরে স্বেতবর্ণ পোর্সিলেন্ বা এনামেলের আকার ধারণ করে । ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় ; শীতল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিকতর পরিমাণে দ্রব হয় । আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিডের চূর্ণ জলের সহিত মিশ্রিত করিলে অধিকাংশভাগই জলের উপরে ভাসিতে থাকে, এই কারণে অনেক সময় পানীয় দ্রব্যের সহিত বিষপ্রয়োগের চেষ্টা বিফল হইয়া থাকে ।

আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্ কষ্টিক্ পটাশ্, সোডা, ম্যামোনিয়া প্রভৃতি ক্ষার-পদার্থ মাত্রেই সহজে দ্রব হয় । ফার্মাকোপিয়াতে লাইকার্‌ আর্সেনিকেলিস্ ( Liquor Arsenicalis ) নামক যে ঔষধের উল্লেখ আছে, তাহা আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্ কার্বনেট্ অব্ পটাশ্ নামক ক্ষার-পদার্থে দ্রব করিয়া প্রস্তুত হয় ।

আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্ হাইড্রোক্লোরিক্ ম্যাসিডেও দ্রবণীয় ; এইরূপে ফার্মাকোপিয়ার লাইকার্‌ আর্সেনিসাই হাইড্রোক্লোরিকন্‌ ( Liquor Arsenici Hydrochloricus ) নামক ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে ।

আর্সিনিয়ন্‌ ম্যাসিড্ স্বল্পমাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয় । ফেরি আর্সিনিয়ন্‌ প্রভৃতি কতিপয় আর্সেনিক্ সংযুক্ত দ্রব্য-যৌগিকও ঔষধরূপে প্রয়োগ করা হয় ।



আসিনিয়স্, অ্যাসিড্, একটা ভয়ানক বিষাক্ত পদার্থ। স্বল্পমাত্রায় ইহা ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইলেও অধিক মাত্রায় শরীর মধ্যে বিষের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। এই বিষ সেবন করিলে প্রথমতঃ পাকাশয়ের যন্ত্রণা উপস্থিত হয় পরে ক্রমাগত বমন ও ভেদ হইয়া থাকে এবং ওলাউঠা রোগের সমস্ত লক্ষণ প্রকাশ পাইয়া পরিশেষে মৃত্যু উপস্থিত হয়। খাদ্যদ্রব্যের সহিত এই বিষ মিশ্রিত করিয়া গোপনে ইত্যাকাঙ সাধনের দুষ্টান্ত বিবল নহে। আত্মহত্যা সাধনোদ্দেশ্যেও সেকো বিষ অনেক সময়ে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এতদ্বিন্ন এ দেশীয় চৰ্ম্মকারেরা অকিঞ্চিৎকব চৰ্ম্ম লাভেব প্রত্যাশায় এই বিষ প্রয়োগে অসংখ্য গোহত্যা সাধন করিয়া থাকে। ইন্দুন ধ্বংস করিবার জন্য সেকো, হরিতাল প্রভৃতি ব্যবহৃত হয় এবং এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্য রফ্, অন্-র্যাট্‌স্ (Rough on Rat-), ডেথ্ টু র্যাট্‌স্ (Death to Rats) প্রভৃতি সেকো-মিশ্রিত পদার্থ বাজারে বিক্রীত হয়। পাছে সোড়া, লবণ প্রভৃতি ষ্ঠেতবর্ণ ঔষধ বা ভক্ষ্যদ্রব্যের পরিবর্তে ভ্রমক্রমে আর্সেনিক্ সেবিত হয় তজ্জন্য ইহা কয়লা, নীলবড়ি বা অন্য কোন বস্তু পদার্থ দ্বারা রঞ্জিত হইয়া বিক্রীত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক্ অ্যাসিড্ (Arsenic Acid,  $As_2O_5$ )—ইহা আর্সেনিকের অক্সিজেন-মিশ্রিত অপর একটা দৌগিক। আসিনিয়স্, অ্যাসিড্ এবং উগ্র নাইট্রিক্ অ্যাসিড্ একত্রে উত্তাপ প্রয়োগে শুক করতঃ পুনরায় অত্যধিক তাপ সংযোগ করিলে ষ্ঠেতবর্ণ দানাবিশিষ্ট আর্সেনিক্ অ্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

ইহা সগুফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে হরিদাবর্ণ সল্ফাইড্ অব্ আর্সেনিক্ প্রস্তুত কবে। নাইট্রেট অব্ গিল্ভারের দ্রাবণ সংযোগে পাটল বর্ণ আর্সিনেট অব্ গিল্ভার্ উৎপন্ন হয়।

আর্সেনিক্ সল্ফাইড্ (Arsenic Sulphide)—আর্সেনিক্ ও গন্ধক একত্রে মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ডাই-সল্ফাইড্ ( $As_2S_2$ ) এবং আর্সেনিক্ ট্রাই-সল্ফাইড্ ( $As_2S_3$ ) নামক দুইটা দৌগিক প্রস্তুত করে। প্রথমটা মনঃ-শিলা ও দ্বিতীয়টা হরিতাল নামে প্রসিদ্ধ। হরিতাল সচরাচর সেকোর পরি-বর্তে ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। খনিজ হপিতাত্মক মধ্য শতকরা প্রায়

লব্ধ প্রভৃতি যে সকল অতি শুভ্র বস্ত্র আমরা ব্যবহার করি, তাহারা কোরা অবস্থায় ক্লোরিন্ বাষ্পের মধ্যে রক্ষিত হয় ; এরূপে উদ্ভিজ্জাত কোরা রং নষ্ট হইয়া তাহারা বিমল শুভ্র প্রাপ্ত হয় ।

খনিজ পদার্থঘটিত বর্ণের উপর ক্লোরিনের কোন ক্রিয়া নাই । ছাপার মসীর বর্ণ করলা (খনিজ পদার্থ) ঘটিত, এজন্য একখণ্ড ছাপা কাগজ ক্লোরিন্ মধ্যে রাখিলে অক্ষরগুলি নষ্ট হইবে না । কিন্তু ইংরাজী মসী দ্বারা কোন কাগজে লিখিয়া উহা ক্লোরিন্ বাষ্পের মধ্যে রাখিলে লেখা উঠিয়া যায়, কারণ ইংরাজী মসীর বর্ণ উদ্ভিজ্জাত ।

৬৫ পরীক্ষা ।—একখণ্ড ছাপা ও একখণ্ড হস্তলিখিত কাগজ জলে সিক্ত করিয়া একত্রে ক্লোরিন্ বাষ্পপূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর । কিয়ৎক্ষণ পরে কাগজ দুই খানি বাহির করিয়া লইলে দেখিবে যে, ছাপার কাগজ বেরূপ ছিল সেইরূপই আছে কিন্তু হাতের লেখাগুলি উঠিয়া গিয়াছে ।

এই বর্ণনাশ ক্রিয়াকে ইংরাজীতে ব্লীচিং ( Bleaching ) কহে । এই ক্রিয়ার নিমিত্ত ক্লোরিন্ বাষ্প ব্যবহৃত না হইয়া সচরাঁচর ব্লীচিং পাউডার ( Bleaching Powder ) নামক ক্লোরিনের যৌগিক ব্যবহৃত হইয়া থাকে ।

কলি চূণের মধ্যে ক্লোরিন্ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত হয় এবং ইহাতে যে কোন দ্রাবক যোগ করিলেই ক্লোরিন্ বাষ্প নির্গত হয়, এমন কি বায়ুস্থিত কার্বনিক্ স্যাসিড্ সংস্পর্শেও এই পদার্থ হইতে অল্পে ২ ক্লোরিন্ বাষ্প বহির্গত হইয়া থাকে । উদ্ভিজ্জবর্ণ-রঞ্জিত বস্তাদি বর্ণহীন করিতে হইলে প্রথমতঃ ব্লীচিং পাউডারের দ্রাবণে উহাদিগকে সিক্ত করিয়া পরে যে কোন দ্রাবকের ক্ষীণ-দ্রাবণে নিমজ্জিত করিতে হয় ।

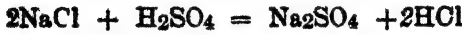
ক্লোরিন্ উৎকৃষ্ট দুর্গন্ধ-নিবারক এবং সংক্রামক রোগের বীজ-নাশক । যে স্থলে জাস্তব পদার্থ পচিয়া উৎকট দুর্গন্ধ নির্গত হয়, তথায় একটা কাচপাত্রে কিয়ৎ পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশের লহিত উগ্র-হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া উক্ত দুর্গন্ধ নষ্ট করে । রোগীর গৃহে একখণ্ড বস্ত্র ব্লীচিং পাউডারের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া টাঙ্গাইয়া রাখিলে ক্লোরিন্ বাষ্প অল্পে অল্পে নির্গত হইয়া দূষিত বায়ুকে পরিষ্কার করে । বিসূচিকা, বসন্ত প্রভৃতি সংক্রামক রোগগ্রস্থ ব্যক্তির শয্যা ও বস্তাদি ক্লোরিনের দ্রাবণে ধৌত করিলে উহাদের সংক্রামকতা দোহন নষ্ট হয় ।

## হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ ( Hydrochloric Acid )

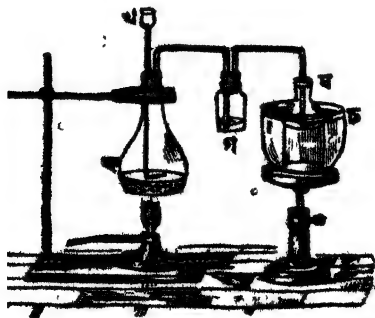
সাঙ্কেতিক চিহ্ন HCl, আণবিক ভর ৩৬.৫৭ ।

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন্‌ এতদ্বয়ের মধ্যে রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি অতি প্রবল । ১ আয়তন ক্লোরিন্‌ ১ আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত অতি সহজে মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্‌ বাষ্প উৎপাদন করে ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—সোডিয়ম্‌ ক্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ স্যাসিড্‌ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্‌ বাষ্প উৎপন্ন হয় ; যথা—



৬৬ পরীক্ষা ।—একটি কাচকুপীর (৩৭শ চিত্র, ক) মধ্যে সোডিয়ম্‌ ক্লোরাইড্‌, উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ স্যাসিড্‌ এবং অল্প পরিমাণ জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটি দ্বি-ছিন্নবিশিষ্ট ছিপি দ্বারা উহার মুখ বদ্ধ কর ; একটি ছিন্ন মধ্যে একটি ক্যালকুলেট কাচনল (খ) ও অপর ছিন্নে একটি দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাও । গ-বোতলের মধ্যে অত্যল্প পরিমাণ জল রাখিয়া দ্বি-ছিন্নবিশিষ্ট অপর একটি ছিপি দ্বারা উহার মুখ বদ্ধ করতঃ পূর্বেকৃত দ্বি-বক্র কাচনলের অপর মুখ তদ্ব্যধ্যে প্রবেশ করাইয়া জলমধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখ এবং অপর ছিন্ন দ্বারা আর একটি দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ অল্প পরিমাণে বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দাও । একটি শুষ্ক কাচের বোতল (ঘ) জলপূর্ণ পাড়ে (চ) অর্ধ নিমজ্জিত রাখিয়া পেশোক্ত দ্বি-বক্র নলের অপর মুখটি তদ্ব্যধ্যে স্থাপন কর । এক্ষণে কুপীতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া গ-বোতলস্থিত জলে দ্রবীভূত হওতঃ গুরুভার হেতু



৩৭শ চিত্র ।

ঘ-বোতলের বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া তদ্ব্যধ্যে সঞ্চিত হইবে। হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিডের জ্ৰাবণ প্রস্তুত করিতে হইলে ঘ-বোতলে জল রাখিয়া তদ্ব্যধ্যে নলের মুখটী ঈষৎ নিমজ্জিত করিয়া দিলে হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ বাষ্প জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া জ্ৰাবণ প্রস্তুত করিবে।

**স্বরূপ ও ধর্ম** ।—হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ প্রকৃত পক্ষে একটা অদৃশ্য বর্ণহীন বাষ্প, কিন্তু আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে ইহা স্বেতবর্ণ ধূমাকারে নয়নগোচর হয়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে অতি সহজে দ্রবণীয়। ব্রিটিশ্‌ ফার্মাকোপিয়াতে যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিডের উল্লেখ আছে তাহাও জল-মিশ্রিত; ইহাতে শতকরা প্রায় ৭০ ভাগ হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ বাষ্প বিদ্যমান থাকে; ইহা তীব্র গন্ধ-যুক্ত। এই উগ্র জ্বাবকের ১ ভাগ ও ৪ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া ফার্মাকোপিয়ার জন-মিশ্রিত (Diluted) হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ প্রস্তুত হয়।

আমরা সূচরাচর যে হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ দেখিতে পাই তাহা হরিত্রাবর্ণের; প্রস্তুত করিবার সময় নোহের সহিত মিশ্রিত থাকে বলিয়া ইহা এইরূপ বর্ণ ধারণ করে। এতদ্ব্যতীত আর্সেনিক্‌ প্রভৃতি অপর কয়েকটা ধাতুও ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে। এই সকল দূষিত পদার্থ দূরীভূত করিয়া বর্ণহীন, বিশুদ্ধ, তরল হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ লৌহ, দস্তা প্রভৃতি কয়েকটা ধাতুর সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপাদন করে; যথা—



দস্তা ও হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপাদন করে, তাহা পূর্বে বিস্তারিত রূপে বর্ণিত হইয়াছে (১০৯ পৃষ্ঠা দেখ)।

পারদ, রৌপ্য, টিন্‌, স্বর্ণ, প্লাটিনম্‌ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর উপর হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এই জ্বাবক ধাতব অক্সাইডের সহিত একত্রিত হইয়া উক্ত ধাতুর ক্লোরাইড্‌ প্রস্তুত করে; অম্লজেন্‌-প্রদায়ক কোন পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিন্‌ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ শিল্পকার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রোক্লোরিক্‌ স্যাসিড্‌ বাষ্প সংস্পর্শে বৃক্ষ লতাাদি শুষ্ক ও বিবর্ণ হইয়া যায়। সোডা-

সম্ কার্বনেট্ প্রস্তুতকালীন এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়; বাহ্যতে ইহা কারখানার চিমনি হইতে নির্গত হইয়া নিকটবর্তী স্থানের বৃক্ষ ও শস্যাদি নষ্ট করিতে না পারে তন্নিবারণ হেতু ইংলণ্ডে একটা আইন প্রচলিত আছে ।

বন্ধন নিরূপণ।—১। নাইট্রেট্ অব্ সিল্ভার সংযোগে বেতবর্ণ সিল্ভার ক্লোরাইড্ প্রস্তুত হয়; ইহা ক্যালোনিয়াতে ব্যবহীয় ।

২। ক্যালোনিজ্ ডাই-অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন বাষ্প নির্গত হয় ।

নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ ।—৩ ভাগ হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ ও ১ ভাগ নাইট্রিক্ গ্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিলে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয় । ইহার অপর একটা নাম ক্যালোয়া রিজিয়া ( Aqua Regia ), কারণ স্বর্ণ ও প্লাটিনম্ নামক দুইটা শ্রেষ্ঠ ধাতু ইহা ভিন্ন অন্য কোন দ্রাবকে দ্রব হয় না । স্বর্ণ বা প্লাটিনম্ ধাতু এই দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিন বাষ্প উৎপন্ন হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ক্লোরাইড্ প্রস্তুত করে এজন্য উহার এই দ্রাবকে দ্রব হইয়া যায় ।

৩ ভাগ উগ্র নাইট্রিক্ গ্যাসিড্, ৪ ভাগ উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ ও ২৫ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিলে ব্রিটিশ্ ফার্মাকোপিয়ার জল-মিশ্রিত নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ প্রস্তুত হয় ।

ক্লোরেট্ ( Chlorates )—ক্লোরিন অক্সিজেন্ ও ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুর ক্লোরেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ ধাতুর ক্লোরেট্ই শিল্প ও ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় ।

ক্লোরেট্দিগের সাধারণ ধর্ম এই যে, উত্তপ্ত হইলে বিস্ফোট হইয়া অক্সিজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে । অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সচরাচর ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ব্যবহৃত হয়, ইহা পূর্বে বর্ণিত হইয়াছে । ক্লোরেট্ হইতে সহজে অক্সিজেন্ নির্গত হয় বলিয়া উহা অক্সিজেন্-গ্রাহক দ্রব্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত হইলে একটা স্ফোটন-শীল মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়, সামান্য আঘাতেই এই মিশ্র পদার্থের সশব্দে স্ফোটন হইয়া থাকে; এই কারণে ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ “ফুই পটকা” প্রভৃতি বালকদিগের ক্রীড়নক আতসবাজী নির্মাণে ব্যবহৃত হয়, উহার সাজোরে ফুটিতে আঘাতিত হইলে ভয়ঙ্কর শব্দ উৎপাদন করে ।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ গন্ধকের সহিত একত্রে শুঁড়াইলে সশক-স্ফোটন উপ-  
স্থিত হইয়া পুড়িয়া বাইবার সম্ভাবনা ; এজন্য আতসবাজী প্রস্তুত করিবার সময়  
এই দুই পদার্থ কখনই একত্রে শুঁড়া করা উচিত নহে ।

৬৭ পরীক্ষা ।—একটি বড় হামান্দিস্তার মধ্যে কিয়ৎ পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও  
গন্ধক একত্রে রাখিয়া একখানি পুরু কাগজ উহার উপর ঢাপা দাও, কাগজের উপর একটি  
ছিন্ন করতঃ হামান্দিস্তার দণ্ডটি তদ্বাধ্যে প্রবেশ করাইয়া উত্তর দ্রব্য সজোরে পেষণ কর ;  
গন্ধক ও ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ মিলিত হইয়া শব উৎপাদন করিবে ।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও গ্যাণ্টিমনি সল্ফাইড্ (সুন্নী) একত্রে শিরীস  
বা অন্য আঠাল পদার্থের সহিত মিশ্রিত করিয়া বিলাতী দেশলাইয়ের কাঠির  
মুখে লাগান হয় এবং বাজের দুই পার্শ্বে লোহিত ফস্ফরাস্ (Red or Amor-  
phous Phosphorus) রাখান দুই খানি কাগজ অঁটা থাকে । দেশলাইয়ের  
কাঠি এই কাগজে ঘসিলেই জলিয়া উঠে—অন্য কোথাও ঘসিলে জলে না,  
সুতরাং অকস্মাৎ অগ্নুৎপাতেরও আশঙ্কা থাকে না । এজন্য ইংরাজীতে এরূপ  
দেশলাইকে সফ্টি ম্যাচ্ (Safety match) কহে ।

৬৮ পরীক্ষা ।—অল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও গ্যাণ্টিমনি সল্ফাইড্ সাবধানে  
মিশ্রিত করিয়া একটি কাগজের মোড়ক প্রস্তুত কর । মোড়কটি একখণ্ড লৌহের উপর স্থাপন  
করতঃ হাতুড়ি দ্বারা সজোরে আঘাত করিলে, শব উৎপন্ন হইবে ।

যে কোন ক্লোরেটের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে হরিদ্রা-  
বর্ণ স্ফোটন-শীল ক্লোরিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প ( $\text{HClO}_3$ ) নির্গত হয় । সামান্য  
উত্তাপ সংস্পর্শেই এই বাষ্পের সশক স্ফোটন হইয়া থাকে ।

হাইপোক্লোরস্ গ্যাসিড্ (Hypochlorous Acid,  $\text{HClO}$ )—

পূর্বেই উক্ত হইয়াছে যে, কলি চুণের সহিত ক্লোরিন্ মিশ্রিত হইলে ব্লীচিং পাউ-  
ডার নামক বৌগিক উৎপন্ন হয় । ইহাতে ক্যালসিয়ন্ ক্লোরাইড্ ( $\text{CaCl}_2$ )  
ও ক্যালসিয়ন্ হাইপোক্লোরাইট্ ( $\text{CaClO}$ ) নামক দুইটা বৌগিক একত্রে  
মিশ্রিত থাকে ।

কষ্টিক পটাশের ক্রীণ জাবণের সহিত ক্লোরিন্ বাষ্প মিশ্রিত হইলে ব্লীচিং  
পাউডারের ন্যায় পোটাশিয়ন্ ক্লোরাইড্ ও পোটাশিয়ন্ হাইপোক্লোরাইট্  
মিশ্রিত একটি বৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় ।

এই সকল হাইপোক্লোরাইটের সহিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত করিলে হাইপোক্লোরস্ স্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন্ বাষ্পের ন্যায় এই দ্রাবকেরও উদ্ভিজ্জ-বর্ণ নাশ করিবার ক্ষমতা আছে।

ক্লোরিক্ ও হাইপোক্লোরস্ স্যাসিড্ ব্যতীত ক্লোরিন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া ক্লোরস্ স্যাসিড্ (Chlorous Acid,  $\text{HClO}_2$ ) ও পাক্লোরিক্ স্যাসিড্ (Perchloric Acid,  $\text{HClO}_4$ ) নামক আর দুইটি দ্রাবক প্রস্তুত করে। নিম্নে এই সকল দ্রাবকের নাম ও সাঙ্কেতিক চিহ্ন একত্রে লিখিত হইল। হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিডের সহিত ইহাদিগের তুলনা করিলে দেখা যায় যে এক পরমাণু অক্সিজেন্ সংযোগ দ্বারা ইহার পর্যায়ক্রমে একটা হইতে আর একটা প্রস্তুত হইয়া থাকে; যথা—

$\text{HCl}$	...	হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্।
$\text{HClO}$	...	হাইপোক্লোরস্ ,,
$\text{HClO}_2$	...	ক্লোরস্ ,,
$\text{HClO}_3$	...	ক্লোরিক্ ,,
$\text{HClO}_4$	...	পাক্লোরিক্ ,,

অক্সিজেন-যুক্ত ক্লোরিন্ যৌগিক ।

ক্লোরিন্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না। অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে ক্লোরিন্ মনক্সাইড্ (Chlorine Monoxide,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ) এবং ক্লোরিন্ পারক্সাইড্ (Chlorine Peroxide,  $\text{ClO}_2$ ) নামক দুইটি যৌগিক উৎপন্ন হয়। ইহারা সহজেই ক্লোরিন্ ও অক্সিজেন্ বাষ্পে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়।

## ব্রোমিন্ (Bromine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন  $\text{Br}$ , পারমাণবিক ওজন ৭৯.৭৫।

১৮২৬ খ্রীষ্টাব্দে ব্যালার্ড এই মূল্য পদার্থ আবিষ্কার করেন।

ব্রোমিন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না; সোডিয়ম্ ও ম্যাগনেশিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ব্রোমাইড্ রূপে সংযুক্ত

ও কতিপয় প্রস্রবণের জলে প্রাপ্ত হওয়া যায় । জর্শনির অক্সিপাণী টেস্কাইট নামক স্থানে খনির মধ্যে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক লবণের সহিত পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্ যথেষ্ট পরিমাণে অবস্থিতি করে । এই পদার্থ হইতে ব্রোমিন্ বাহির করিতে হইলে প্রথমতঃ ইহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণে ক্লোরিন্ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া ইথর্ যোগ করতঃ আলোড়ন করিতে হয় । ইথরে ব্রোমিন্ সহজে দ্রব হয় এবং ইথর্ জল অপেক্ষা লঘু ও জলের সহিত মিশ্রিত হয় না বলিয়া উপরে ভাসিতে থাকে । ইথর্-মিশ্রিত ব্রোমিনের এই দ্রাবণ পৃথক্ করিয়া উহাতে কষ্টিক পটাশ্ যোগ করিলে পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্ ও পোটাসিয়ম্ ব্রোমেট্ নামক দুইটা লবণ প্রস্তুত হয় ; পরে এই দ্রাবণকে শুষ্ক করতঃ দহন করিলে পোটাসিয়ম্ ব্রোমেট্ বিল্লিষ্ট হইয়া পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইডে পরিণত হয় ; এক্ষণে দহ্যবশিষ্ট পদার্থে (পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্) উগ্র সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ বাষ্পরূপে নির্গত হয় ; যথা—



এই বাষ্প শীতল করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ তরল পদার্থের আকারে পাत्रে সঞ্চিত হয় ।

৬৯ পরীক্ষা ।—একটা কাচকুপীর মধ্যে পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ও উগ্র সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ বাষ্পরূপে নির্গত হয় । কাচকুপীর মুখ বন্ধ কাচনল সংযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ করতঃ নলের অপর মুখ বরফ-জলে অর্দ্ধ-নিমজ্জিত একটি শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ব্রোমিনের রক্তবর্ণ বাষ্প শৈত্যসংযোগে তরলাকার ধারণ করে ।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—ব্রোমিন্ কৃষ্ণাভ রক্তবর্ণ তরল পদার্থ ও জল অপেক্ষা অতিশয় ভারী । ইহা সহজ তাপ-মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয় এজন্য বোতলের ছিপি খুলিলে রক্তবর্ণ বাষ্প নির্গত হয় । ইহার গন্ধ অতীব উগ্র, অন্নমাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-ক্লঙ্ঘ ও অধিক মাত্রায় শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং শ্বাস-রোধ হইয়া মৃত্যু ঘটয়া থাকে ।

সহজ তাপ-মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হইয়া বলিয়া ব্রোমিন্ বোতলের মধ্যে জলের সহিত একত্রে রঞ্চিত হয় ; জল উপরে থাকে বলিয়া উহা বাষ্পে পরিণত হইতে



পারে না। ব্রোমিন্ জলে কিয়ৎ পরিমাণে দ্রবণীয়। কতকগুলি ধাতুর সহিত ইহা সতেজে মিলিত হইয়া উহাদিগের ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। যে কোন ব্রোমাইডের দ্রাবণে ক্লোরিন্ ওয়াটার যোগ করিলে ব্রোমিন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে এবং দ্রাবণটী রক্তবর্ণ ধারণ করে। শৈত্য-সংযোগে ব্রোমিন্ নিরেট অবস্থায় আনীত হইরাছে।

### হাইড্রোব্রোমিক্ গ্যাসিড্ (Hydrobromic Acid, HBr)

ব্রোমিন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়; কিন্তু ইহারা সহজে মিলিত হয় না। পোটাসিয়ম্ বা সোডিয়ম্ ব্রোমাইডের সহিত ফস্ফরিক্ গ্যাসিড্ মিশ্রিত হইলে হাইড্রোব্রোমিক্ গ্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর ফস্ফরাস্, ব্রোমিন্ ও জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া সামান্য উত্তাপ সংযোগে এই দ্রাবক প্রস্তুত করা হয়।

হাইড্রোব্রোমিক্ গ্যাসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন বাষ্প। আর্দ্র বায়ুমধ্যে ইহা স্বেতবর্ণ ধূমাকারে নক্ষনগোচর হয়। ইহা জলে অতিশয় দ্রবণীয়; জল-মিশ্রিত দ্রাবক ঔষধ রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; পোটাসিয়ম্ ধাতুর ব্রোমাইড্ ঔষধ ও ফটো-গ্রাফির জন্য বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

### আইওডিন্ (Iodine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন I, পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৬.৫৩।

আইওডিন্ অসংখ্যরূপে প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ব্রোমিন্-নের ন্যায় ইহা সোডিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া লবণের ধনির মধ্যে স্বল্প পরিমাণে অবস্থিত করে। সমুদ্র-জাত এক প্রকার গুল্ম (Sea weed) হইতে ইহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই গুল্ম সংগ্রহপূর্বক শুক করতঃ দহন করিলে ভস্ম মধ্যে সোডিয়ম্ আইওডাইড্ নামক আইওডিনের একটী যৌগিক বিদ্যমান থাকে। এই যৌগিক পদার্থ জলে দ্রব করিয়া দ্রাবণ মধ্যে ক্লোরিন্ বাষ্প প্রবেশ করাইলে যৌগিক হইতে আইওডিন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে সুতরাং দ্রাবণটী

রক্তবর্ণ ধারণ করে । এই দ্রাবণের সহিত ইথর্ আলোড়িত করিলে আইওডিন্ ইথরে দ্রব হইয়া দ্রাবণের উপরে ভাসিতে থাকে । এক্ষণে এই আইওডিন্-মিশ্রিত ইথর্কে পৃথক্ করিয়া উহাতে কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ যোগ করিলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ ও পোটাসিয়ম্ আইওডেট্ নামক দুইটালবণ প্রস্তুত হয়। এই দ্রাবণ শুষ্ক করিয়া দ্রব করিলে শুষ্ক পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ অবশিষ্ট থাকে । পরে এই পদার্থকে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ও উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিডের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডিন্ বেগুনী বর্ণের বাষ্পাকারে নির্গত হয়—উক্ত বাষ্পকে শীতল করিলে উহা ক্রমবর্ণ নিরেট স্ফটিকাকার আইওডিনে পরিণত হয় ।



৭০ পরীক্ষা । একটী কাচকুপীর মধ্যে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্, উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটী বক্স কাচনল সংযুক্ত ছিপি দ্বারা কুপীর মুখ বন্ধ করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ কর এবং নলের অপর মুখে শীতল জলে স্থাপিত একটী শুষ্ক বোতলের মধ্যে রাখ । আইওডিন্ বেগুনী বর্ণের বাষ্পাকারে শুষ্ক বোতলের মধ্যে প্রবেশ করতঃ শৈত্য সংযোগে দানার আকার ধারণ করিবে ।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—আইওডিন্ ধূসরাভ-ক্রমবর্ণ দানা-যুক্ত নিরেট পদার্থ । ইহা সামান্য উত্তাপেই দ্রবীভূত হয় এবং তৎকালে উহা হইতে বেগুনী বর্ণের ধূম উৎপন্ন হইয়া থাকে । সহজতাপ-মাত্রাতেও ইহা হইতে বেগুনীবর্ণের ধূম নির্গত হয় । আইওডিন্ জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু সূরা-সার, ক্লোরোফর্ম্, কার্বন্ বাই-সল্ফাইড্ ইথর্ এবং পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে অতি সহজেই দ্রব হইয়া থাকে । ক্লোরোফর্ম্ বা কার্বন্ ডাই সল্ফাইডে আইওডিন্ দ্রব হইলে উক্ত দ্রাবণ সুন্দর বেগুনী বর্ণ ধারণ করে ।

আইওডিন্ সর্বদা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয় । টিংচার্ আইওডিন্, লিনিমেন্ট্ আইওডিন্ প্রভৃতি ঔষধগুলি শোধিত সূরা, আইওডিন্ ও আইওডাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে প্রস্তুত হইয়া বাহ্যপ্রয়োগের নিমিত্ত বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় ।

আইওডিন্ সংযোগে স্বেত-সার ( Starch ) নীলবর্ণ ধারণ করে ।

৭১ পরীক্ষা ।—একটী পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ স্বেত-সার জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে স্বেত-সারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইবে । এই দ্রাবণ শীতল করিয়া উহাতে

আইওডিনের দ্রাবণ যোগ করিলে নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে, যেত-সার ও আইওডিনের মিশ্রণে এই নীলবর্ণ পদার্থ উৎপন্ন হয়। যেত-সারের দ্রাবণ উক্ত থাকিলে আইওডিন সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে না।

আইওডিন সংযুক্তাবস্থার থাকিলে প্রথমতঃ ক্লোরিন ওয়াটার যোগ করিয়া আইওডিনকে মুক্ত করিতে হয়, পরে যেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে ইহা পূর্ববৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

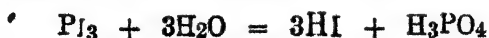
৭২ পরীক্ষা।—একটি পরীক্ষানলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণ লইয়া তাহাতে ক্লোরিন ওয়াটার যোগ করিলে আইওডিন মুক্ত হইবে এবং দ্রাবণটি রক্তবর্ণ ধারণ করিবে। এক্ষণে ইহাতে যেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে পূর্ব নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। যেত-সারের দ্রাবণ আইওডিন সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। আইওডিনের দ্রাবণের সহিত ক্লোরোফর্ম বা কার্বন ডাই-সল্ফাইড্ আলোড়ন করিলে উহারা বেগুণী বর্ণ ধারণ করিয়া তলদেশে স্থিত হয়।

৩। আইওডিনে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে দ্রব হয় ও বেগুণী বর্ণের ধূম নির্গত হইতে থাকে।

হাইড্রিয়ডিক্ গ্যাসিড্ (Hydriodic Acid, HI)—আইও-ডিন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রিয়ডিক্ গ্যাসিড্ প্রস্তুত করে। যে কোন আইওডাইড্ জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রিয়ডিক্ গ্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর ফস্ফরাস্ ট্রাই-আইওডাইড্ ও জল একত্রিত করিয়া এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে; যথা—



ফস্ফরাস্ আইওডিন্ ও জল একটি পাত্রে একত্রে রাখিলে প্রথমতঃ ফস্ফরাস্ ট্রাই-আইওডাইড্ উৎপন্ন হয় পরে উহা জল সংযোগে হাইড্রিয়ডিক্ ও ফস্ফরিক্ গ্যাসিডে বিভক্ত হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম।—হাইড্রিয়ডিক্ গ্যাসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন বাষ্প; আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে যেতবর্ণ ধূমাকারে পরিণত হয়। ইহা সহজেই জলে দ্রবণীয়। বেসের সহিত মিলিত হইলে আইওডাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ একটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ঔষধ।

## ফ্লোরিন্ ( Fluorine )

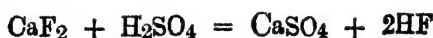
সাম্প্রতিক চিহ্ন  $\text{Fl}$ , পারমাণবিক গুরুত্ব ১৯.১।

প্রকৃতি-মণ্ডলে ফ্লোরিন্ সর্বদা যুক্তাবস্থায় অবস্থিতি করে। ক্যালসিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্যালসিয়ম্ ফ্লোরাইড্ বা ফ্লুওস্পার ( Fluospar ) রূপে ইহা পৃথিবীর অনেক স্থলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ক্রাইওলাইট্ ( Cryolite ) নামক ধনিজ পদার্থে ইহা সোডিয়ম্ ও ম্যাগনেসিয়মের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। সম্প্রতি মরসন্ নামক রসায়ন-তত্ত্ববিদ এই মূল পদার্থকে তাড়িত-প্রবাহ সংযোগে যৌগিক হইতে পৃথক্ করিয়া যুক্তাবস্থায় আনিতে সক্ষম হইয়াছেন।

ফ্লোরিন্ অতিশয় তেজস্বর বায়বীয় পদার্থ; প্রায় সমস্ত অজারক ও অনজারক পদার্থের সহিত ইহা সতেজে মিলিত হয়, কেবল অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কোন যৌগিক প্রস্তুত করে না। ফ্লোরিন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোফ্লোরিক্ অ্যাসিড্ নামক দ্রাবক প্রস্তুত করে; ইহা শিল্পকার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

### হাইড্রোফ্লোরিক্ অ্যাসিড্ ( Hydrofluoric Acid, $\text{HF}$ )—

ক্যালসিয়ম্ ফ্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোফ্লোরিক্ অ্যাসিড্ বাষ্পাকারে নির্গত হয়; যথা—



এই বাষ্প সংস্পর্শে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় বলিয়া প্লাটিনম্ বা সীস-নির্মিত পাত্রে ইহা প্রস্তুত ও সংরক্ষিত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—এই বাষ্প অদৃশ্য ও তীব্র অম্ল-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এজন্য ইহা সাবধানে প্রস্তুত করা উচিত। এই দ্রাবকের প্রধান ধর্ম এই যে, কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়; এজন্য ইহা কাচের উপর লিখিবার, অঙ্কপাত করিবার বা কোন চিত্র আঁকিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্বে উক্ত হইয়াছে যে, তাপমান যত্নের উপর অঙ্কপাত করিবার নিমিত্ত হাইড্রোফ্লোরিক্

গ্যাসিড্ ব্যবহৃত হয় । কাচের উপর লিখিতে হইলে প্রথমতঃ গলিত মোমের দ্বারা উহাকে আবৃত করিতে হয় ; পরে সূচিকা দ্বারা মোম ভেদ করতঃ কাচের উপর ইচ্ছামত লিখিয়া কাচখানি কিয়ৎক্ষণ হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প মধ্যে রাখণ করিলে অথবা উহার আবণ ভরূপরি ঢালিয়া দিলে কাচের যে যে স্থান হইতে মোম উঠিয়া গিয়াছে সেই সেই স্থান এই আবণ সংযোগে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় । পরে টার্পিন্ তৈল দ্বারা কাচের উপর হইতে মোম তুলিয়া ফেলিলে অক্ষর বা চিত্রগুলি স্পষ্ট খোদিত হইয়াছে দেখা যায় ।

এইরূপে বায়ুমান-বজ্র, হাইড্রোমিটার, মাপের গ্যাস প্রভৃতিও উপরোক্ত প্রক্রিয়াবল্যসারে অঙ্কিত হইয়া থাকে ।

ক্লোরিন্, ব্রোমিন্, আইওডিন্ ও ফ্লোরিন্ এই চারিটী মূল পদার্থ এক শ্রেণী-ভুক্ত ; ইহা হ্যালোজেন্ শ্রেণী ( Halogen Group ) নামে অভিহিত । পারমাণ-বিক গুণসম্বন্ধে প্রভেদের সহিত ইহাদিগের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্মের যে প্রভেদ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা প্রত্যেকটীর আলোচনার সময় বর্ণিত হইয়াছে ।

---

# নবম পরিচ্ছেদ ।

—o—

## সল্ফর ( Sulphur )

সাক্ষাতিক চিহ্ন S, পারমাণবিক গুরুত্ব ৩২.০৬ ।

গন্ধক অসংযুক্ত অবস্থার বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় । সিসিলী দ্বীপে আগ্নেয়-গিরির সন্নিকটে ইহা প্রচুর পরিমাণে থাকিতে দেখা যায় । ব্যবসায়ীরা এই সকল স্থান হইতে গন্ধক সংগ্রহ করিয়া ভিন্ন ভিন্ন দেশে বিক্রয়ার্থ প্রেরণ করে । এতদ্ব্যতীত গন্ধক অনেকানেক ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ধাতব সল্ফাইড রূপে ভূগর্ভে অবস্থিতি করে । লৌহ, সীস ও তাম্রের সল্ফাইড অন্যান্য ধাতব সল্ফাইড অপেক্ষা অধিক পরিমাণে খনির মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায় । গন্ধক, ধাতু ও অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফেট্ নামক যৌগিকের আকারে পৃথিবীর উপরিভাগে ও আকর মধ্যে দৃষ্ট হয় । ক্যালসিয়াম্ সল্ফেট্ বা জিপ্সম্ ( Gypsum ), বেরিয়াম্ সল্ফেট্ বা হেভিস্পার্ম ( Heavy Spar ), লেড্ সল্ফেট্ প্রভৃতি খনিজ সল্ফেট্ দিগের মধ্যে প্রধান ।

গন্ধক জীব ও উদ্ভিদশরীরে অঙ্গার, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি মূল পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে । আগ্নেয়-গিরি হইতে যে দ্রবীভূত পদার্থ নিঃসৃত হয়, তন্মধ্যে সল্ফিউরস্ স্যাসিড্ এবং সল্ফিউরিটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক গন্ধকের দুইটা যৌগিক বিদ্যমান থাকে ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—গন্ধক যখন আকর হইতে উত্তোলিত হয় তখন মৃত্তিকা এবং অন্যান্য পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত থাকে । এই সকল পদার্থ পৃথক্ করিবার নিমিত্ত গন্ধকের তালগুলি উপযুক্ত পুষ্টি স্তূপাকারে সাজাইয়া উহার বহিঃপ্রদেশ এক্রূপে আবৃত করিতে হয় যাহাতে অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে । পরে স্তূপের নিম্নদেশে অগ্নিসংযোগ করিলে গন্ধক জ্বলিতে থাকে এবং সেই উত্তাপে স্তূপের অন্যান্য অংশস্থিত গন্ধকের তাল হইতে গন্ধক দ্রব হইয়া নিম্নে রক্ষিত পাত্রमध्ये সঞ্চিত হয় । বায়ু প্রবেশের পথ বন্ধ না করিয়া গন্ধক জ্বালাইলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া

সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইড নামক বাষ্পে পরিণত হয় এবং এইরূপে অনেক গন্ধক নষ্ট হইয়া যায় ।

এইরূপে প্রাপ্ত গন্ধক বিস্কৃত করিতে হইলে তাপ-সংযোগে পরিষ্কৃত করিয়া লইতে হয় । বৃহদাকার মুক্তিকাবা লৌহ নির্মিত পাত্রের মধ্যে গন্ধক রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া সন্নিগটে স্থাপিত ইটক-নির্মিত শীতল গৃহমধ্যে আগমন করে ; তথায় শৈত্যসংযোগে ঘনীভূত হইয়া তরলাকার ধারণ করে । পরে উহাকে কাঠের ছাঁচে ঢালিয়া শীতল করিলে নিরেট গন্ধকের বাতি ( Roll Sulphur ) প্রস্তুত হয় । সচরাচর গন্ধক এই আকারেই বাজারে বিক্রীত হইয়া থাকে ।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—গন্ধক হরিদ্রাবর্ণ ভঙ্গ-প্রবণ নিরেট পদার্থ ।  $115^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রায় ইহা দ্রব হইয়া হরিদ্রাবর্ণ তরলাকারে পরিণত হয় এবং অধিকতর তাপ-সংযোগে গাঢ় কৃষ্ণাভ-রক্তবর্ণ ধারণ করে ।  $200^{\circ}$  হইতে  $250^{\circ}\text{C}$  তাপ-মাত্রার মধ্যে উহা এত গাঢ় হয় যে, পাত্র নিম্নমুখ করিলেও অভ্যন্তরস্থ গন্ধক গড়াইয়া পড়ে না । ইহাপেক্ষা অধিকতর তাপ-মাত্রায় উহা পুনরায় তরল হইয়া প্রাপ্ত হয় এবং  $380^{\circ}\text{C}$  এ ফুটিয়া হরিদ্রাবর্ণ বাষ্পে পরিণত হয় ।

জল ও অজ্বারের ন্যায় গন্ধকেরও ত্রিবিধ রূপ দেখিতে পাওয়া যায় । আগ্নেয়-গিরির সন্নিধানে যে গন্ধক অবস্থিতি করে, তাহা অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট স্ফটিকাকার ( Octahedral Crystal ) । গন্ধককে দ্রব করিয়া শীতল করিলে পর সূচিকাকারে দানা বাঁধিয়া যায় ; ইহাই গন্ধকের দ্বিতীয় রূপান্তর । গন্ধক গলাইয়া শীতল জলে ঢালিলে রবরের ভায় কোমল পিচ্ছিল বস্তুরূপে ধারণ করে । ইহাকে ইংরাজীভাষ্যে প্লাষ্টিক সল্ফ্যুর ( Plastic Sulphur ) কহে । ইহা কিয়ৎকাল বায়ুমধ্যে অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে কঠিন ও ভঙ্গ-প্রবণ হয় ; ইহাই গন্ধকের তৃতীয় রূপান্তর ।

গন্ধককে উত্তাপ সংযোগে বাষ্পে পরিণত করিয়া সত্বর অধিক শীতল করিলে উহা অতি ক্ষুদ্র গোলাকার কণারূপে জমিয়া যায়, ইহাকে আমলাসা গন্ধক ( Flowers of Sulphur ) কহে ।

গন্ধক দাহ পদার্থ—অগ্নি সংযুক্ত হইলে নীল বর্ণ শিখা নিঃসৃত হইয়া জ্বলিতে থাকে, এবং জ্বলিবার সময় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইড নামক তীব্রগন্ধযুক্ত বাষ্প উৎপাদন করে ।

গন্ধক জলে অদ্রবণীয়; সূরা-সার এবং ইথারে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রব হয়। কার্বন ডাই-সল্ফাইড নামক উদ্বায়িত্ব পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হইয়া থাকে।

গন্ধক উত্তাপসংযোগে ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ধাতব সল্ফাইড প্রস্তুত করে। তাম্র বা লৌহের সহিত গন্ধককে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উক্ত ধাতুদ্বয়ের রূক্ষবর্ণ সল্ফাইড প্রস্তুত হয়। খনিজ লৌহ-সল্ফাইডকে আয়রণ্ পাইরাইটস্ (Iron pyrites, FeS) কহে।

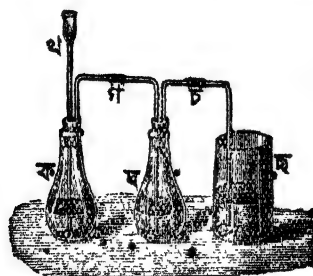
হাইড্রোজেন-যুক্ত গন্ধক বৌগিক।

**সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন (H<sub>2</sub>S)**—অত্যধিক তাপ-মাত্রায় গন্ধকের সহিত হাইড্রোজেন একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া এই বাষ্প উৎপাদন করে। কতিপয় খনিজ-জল মধ্যে সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন দ্রব হইয়া থাকে। গন্ধক-সংযুক্ত অঙ্গারক পদার্থ পচিলে অথবা উহাকে দগ্ধ করিলে এই বাষ্প নির্গত হয়। এতদ্ব্যতীত আগ্নেয়-গিরি-নিঃসৃত বাষ্প মধ্যেও ইহা অবস্থিতি করে।

**প্রস্তুতকরণ প্রণালী।**—যে কোন ধাতব সল্ফাইডের সহিত সল্ফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়; যথা—



৭৩ পরীক্ষা।—একটি কাচকুপার (৩৮শ চিত্র, ক) অভ্যন্তরে আয়রণ্ সল্ফাইড রাখিয়া ক্যানেল-যুক্ত নল (খ) দ্বারা জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ তদ্বধ্যে ঢালিয়া দাও; সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন বাষ্প নির্গত হইয়া একটি বি-বক্ কাচনল (গ) দ্বারা জল-পূর্ণ বোতলের (ঘ) মধ্যে নীত হইলে বোতল হইয়া আর একটি বি-বক্ কাচনল (চ) দ্বারা জল-পূর্ণ



৩৮শ চিত্র।





অপর একটা বৃহৎ পাত্রে (ছ) মধ্যে প্রবেশ করতঃ জলে দ্রব হইয়া সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের দ্রাবণ প্রস্তুত করে ।

সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বাষ্পাকারে সংযত করিতে হইলে উষ্ণজলপূর্ণ নিম্নমুখ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইতে হয় ।

**স্বরূপ ও ধর্ম** ।—ইহা অদৃশ্য ও পচা ডিমের ন্যায় ভয়ানক দুর্গন্ধযুক্ত । অধিক মাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায় । জলে ইহা সহজেই দ্রবণীয় ।

সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বাষ্প বা উহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ ল্যাবরে-টারিতে পরিচায়ক ( Reagent ) রূপে সর্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে । কতকগুলি ধাতুর যৌগিক এই পরিচায়কের সহিত মিশ্রিত হইলে ধাতুভেদে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের সল্ফাইড্ প্রস্তুত করে ; কিন্তু অনেক ধাতুর যৌগিকের উপর ইহা কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না । এইরূপে কতকগুলি ধাতুকে এই বাষ্প দ্বারা অপরাপর ধাতু হইতে পৃথক্ করা যায় ; স্তত্রাং ধাতু-পরীক্ষার নিমিত্ত ইহা একটা অতীব প্রয়োজনীয় পরিচায়ক ।

৭৪ পরীক্ষা ।—সীস, পারদ, আর্সেনিক, স্যান্টিমনি, টিন, ক্যাডমিয়ম্, লৌহ, জিক্, ক্যালসিয়ম্ ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর প্রত্যেকটির কোন যৌগিক জলে দ্রব করিয়া এক একটা টেট্‌রাস্ পৃথক্ করিয়া রাখ ; পরে সকল দ্রাবণেই অল্প পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক্, স্যান্টিম্ মিশ্রিত করিয়া সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ কর । সীস ও পারদের কৃষ্ণবর্ণ, আর্সেনিক্, টিন্ ও ক্যাডমিয়মের হরিদাবর্ণ এবং স্যান্টিমণির কমলালেবু বর্ণের সল্ফাইড্ অধঃস্থ হইবে কিন্তু লৌহ, জিক্, ক্যালসিয়ম্ বা পোটাসিয়মের যৌগিকে কোন পরিবর্তন দৃষ্ট হইবে না ।

সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ দাহ্য পদার্থ, দাহক নহে । জলন্ত বাতি এই বাষ্প-পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত হইলে নির্বাপিত হয় কিন্তু বোতলের মুখে বাষ্প জলিতে থাকে ।

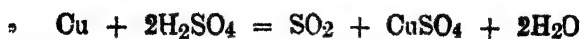
পিত্তল ও রৌপ্য নির্ম্মিত সামগ্রী সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংস্পর্শে শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে ।

অক্সিজেন-যুক্ত গন্ধক যৌগিক ।

গন্ধক ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া সল্ফার ডাই-অক্সাইড্ (  $SO_2$  ) এবং সল্ফার ট্রাই-অক্সাইড্ (  $SO_3$  ) নামক দুইটা যৌগিক প্রস্তুত করে ।

**সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ ( Sulphur Di-Oxide,  $SO_2$  )**—গন্ধক বায়ু বা অক্সিজেন্ মধ্যে দগ্ধ হইলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয় । আগ্নেয়-গিরির গহ্বর হইতে এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উদ্গত হয় ।

**প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।**—সচরাচর তাপ্পাত ও উগ্রসল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয় ; যথা—



**স্বরূপ ও ধর্ম ।**—সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প অদৃশ্য বর্ণহীন ও উগ্র-গন্ধবৃদ্ধ ; ইহা জলে অতি সহজেই দ্রবণীয় এবং ক্লোরিনের ন্যায় উদ্ভিজ্জবর্ণ নাশক । পশম ও রেশম নিখিত বস্ত্রাদি ক্লোরিন্ বাষ্প সংস্পর্শে নষ্ট হইয়া যায় বলিয়া সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ উহাদিগকে বর্ণহীন করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় । ইহা পচননিবারক ( Antiseptic ) ; মাংস প্রভৃতি খাদ্যদ্রব্য যাহাতে শীঘ্র পচিয়া নষ্ট না হইয়া যায় তজ্জন্য এই বাষ্পমধ্যে রক্ষিত হয় । দ্রাক্ষা প্রভৃতি ফলের রস সহজেই গাঁজিয়া উঠে কিন্তু এই দ্রাবক মিশ্রিত হইলে উহাদিগের গাঁজন নিবারিত হয় ।

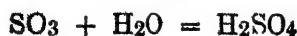
এই বাষ্প জল-মিশ্রিত হইলে সল্ফিউরন্ স্যাসিড্ নামক দ্রাবক প্রস্তুত হয় এবং বেসের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফাইট্ ( Sulphite ) নামক বৌদ্ধিক উৎপাদন করে । গাঁজন নিবারণের নিমিত্ত অনেক সময়ে সল্ফিউরন্ স্যাসিডের পরিবর্তে কতকগুলি সল্ফাইট্ ব্যবহৃত হয় ।

$-10^{\circ}C$  তাপ-মাত্রায় ইহা তরলাকার ধারণ করে । অত্যধিক চাপ সংযোগে সহজ তাপ-মাত্রাতেও তরলাবস্থা প্রাপ্ত হয় । চাপের আধিক্য ও অত্যধিক শৈত্যসংযুক্ত হইলে ইহা নিরেট আকারে পরিণত হয় । তরল সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং এক্ষণে এত অধিক শৈত্য উৎপাদিত হয় যে উহার সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে তাহা বরফ হইয়া জমিয়া যায় ।

**সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প প্রদানিতঃ সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় ।**

**সল্ফর ট্রাই-অক্সাইড্ ( Sulphur Tri-Oxide,  $SO_3$  )**—সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না কিন্তু এই বাষ্প ও

অক্সিজেন একত্রে লোহিতোত্তপ্ত স্পঞ্জ প্ল্যাটিনম ধাতুর (Spongy Platinum) মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইলে উভরে মিলিত হইয়া সল্ফ্যুর ট্রাই-অক্সাইড নামক অক্সিজেন মিশ্রিত গন্ধকের একটা তরল বৌগিক প্রস্তুত করে এবং শীতল হইলে উহা শ্বেতবর্ণ চিকণ স্ফটিকার আকারে দানা বাধে । ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্ফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করে ; যথা—



সল্ফিউরিক অ্যাসিড (Sulphuric Acid,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )—যদিও সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইড সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, তথাপি জল ও নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত এই বাষ্প একত্রিত হইলে নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া সল্ফ্যুর ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্ফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করে ; যথা—



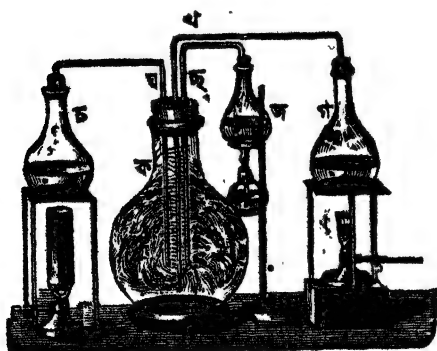
এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, সল্ফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে ২ নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) বাষ্পও উৎপন্ন হইয়াছে; এই বাষ্পের ধর্ম এই যে ইহা বায়ু-মিশ্রিত হইলে বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া পুনরায় নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডে পরিণত হয় স্ফটিক সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইডের সহিত পুনশ্চ মিলিত হইলে অক্সিজেন প্রদান করিয়া উহাকে সল্ফিউরিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত করে । এই জন্য যে পাত্রমধ্যে সল্ফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়, তন্মধ্যে বায়ুও প্রবাহিত হইলে একই পরিমাণ নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প সাহায্যে সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইড বাষ্প হইতে যত ইচ্ছা তত সল্ফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যাইতে পারে ।

সল্ফিউরিক অ্যাসিড শিল্পকার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় ; এই উদ্দেশ্যে যে প্রণালীমতে এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—আয়রন-পাইরাইটস্ ( $\text{FeS}$ ) নামক লৌহ ও গন্ধক মিশ্রিত খনিজপদার্থ লৌহনির্মিত রুদ্ধপাত্রের দ্বারা করিয়া সল্ফ্যুর ডাই-অক্সাইড বাষ্প প্রস্তুত হয় । এই বাষ্প সীসের পাত দ্বারা আবৃত একটা বৃহৎ গৃহমধ্যে নলসংযোগে নীত হয় । পোটাসিয়াম নাইট্রেট ও উগ্র সল্ফিউরিক অ্যাসিড অপর

পাত্রে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাইট্রিক স্যাসিড্ বাষ্প-  
কারে নির্গত হয়, ইহাও সীসাবৃত গৃহমধ্যে নলসংযোগে আনীত হইয়া থাকে ।  
আর একটা পাত্রে জল ফুটাইয়া জল-বাষ্পও নল দ্বারা উক্ত গৃহ মধ্যে প্রবেশ  
করাইতে হয় এবং গৃহমধ্যে বায়ু প্রবেশের নিমিত্ত একটা চিম্নি গৃহ হইতে  
উদ্ধে উদ্ভিত থাকে । এক্ষণে সীসাবৃত গৃহে উপরোক্ত পদার্থ সমূহের মধ্যে  
রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সল্ফিউরিক স্যাসিড্ প্রস্তুত হয় এবং গৃহের  
তলদেশে জল-মিশ্রিত হইয়া সঞ্চিত হয় । গৃহমধ্যে সল্ফর ডাই-অক্সাইড্ প্রথ-  
মতঃ নাইট্রিক স্যাসিডের বাষ্প হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া সল্ফর ট্রাই-অক্সা-  
ইডে পরিণত হয় এবং নাইট্রিক স্যাসিডের বাষ্পকে নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইডে  
পরিবর্তিত করে । সল্ফর ট্রাই-অক্সাইড্ জল-বাষ্পের সহিত মিলিত হইয়া সল্-  
ফিউরিক স্যাসিডে পরিণত হয় । নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড্ বায়ু হইতে  
পুনরায় অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং অক্সিজেন প্রদান করিয়া  
সল্ফর ডাই-অক্সাইড্কে পুনরায় সল্ফিউরিক স্যাসিডে পরিণত করে । গৃহমধ্যে  
এইরূপে ক্রমাগত সল্ফিউরিক স্যাসিড্ প্রস্তুত হইয়া তলদেশে সঞ্চিত হয় ।

এই প্রণালীমতে যেক্ষণে সল্ফিউরিক স্যাসিড্ প্রস্তুত হইয়া থাকে, নিম্ন-  
লিখিত চিত্র দেখিলে তাহা সহজে বোধগম্য হইবে ।



৩২শ চিত্র ।

২৫ পরীক্ষা ।—(ক) একটা বৃহৎ কাচকুপী, ৪টা ছিদ্রযুক্ত একটা হিপি দ্বারা উহার মূখ  
বন্ধ । তিনটি অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রায়তন কাচকুপী (গ, চ, জ) তিনটি কাচের বন্ধ নল (খ, ঘ, ঙ)

যদি উহার সহিত সংযুক্ত ; ছিপির ঐখ হিহ উন্মুক্ত থাকে, তদ্ব্যবস্থায় কুপীর মধ্যে বায়ু প্রবেশ করে। এই বৃহৎ কুপীটি পূর্বোক্ত সীসাবৃত গৃহ বলিয়া মনে করিতে হইবে।

(গ) কাচ কুপীতে তাত্র ও উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্, (চ) তে পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ ও উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ এবং তৃতীয়টীর (জ) মধ্যে জল রাখিয়া তিনটীতেই উত্তাপ প্রয়োগ করিলে প্রথমটী হইতে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ বাষ্প, দ্বিতীয়টী হইতে নাইট্রিক্ গ্যাসিডের বাষ্প এবং তৃতীয়টী হইতে জল-বাষ্প বৃহৎ কাচকুপী (ক) মধ্যে প্রবেশ করিবে—তথায় বায়ুর সহিত একত্রে মিলিত হইয়া সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ উৎপাদন করে।

সীসাবৃত গৃহমধ্যে সঞ্চিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত জল অধিক পরিমাণে মিশ্রিত থাকে বলিয়া প্রথমতঃ উহাকে সীসনির্মিত কটাহে অগ্নির উত্তাপে অপেক্ষাকৃত ঘন করিয়া লইতে হয়, পরে প্ল্যাটিনম্ বা কাচপাত্রের উত্তাপ সংযোগে সমধিক ঘন করিয়া লইলে উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ প্রস্তুত হয় ; অঙ্গারক পদার্থ মিশ্রিত থাকে বলিয়া ইহা দীর্ঘ হরিদ্রা বর্ণ দেখায়। এতদ্ব্যতীত সীস, লৌহ, আর্সেনিক্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী পদার্থও অল্প পরিমাণে ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে ; এই সকল পদার্থ পৃথক্ করিয়া লইলে বিশুদ্ধ সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম ।—বিশুদ্ধ উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ বর্ণ ও গন্ধবিহীন এবং তৈলের স্থায় গাঢ় পদার্থ। ইহা জল অপেক্ষা  $\frac{1}{8}$  ওণ ভারী স্মৃতরাং জলপূর্ণ পাত্রে ঢালিলে উহার তলদেশে স্থিত হয়। জলের সহিত ইহার প্রবল রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে ; উভয়ে একত্রিত হইলে এত অধিক উত্তাপ উৎপাদন করিয়া মিলিত হয় যে, পাত্রটী কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্মিত হইলে ভাঙ্গিয়া বাইবার সম্ভাবনা। একারণ এই গ্যাসিডের সহিত জল সাবধানে মিশ্রিত করা উচিত। প্রথমতঃ সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ কোন কাচপাত্রে রাখিয়া সাবধানে উহার উপর জল ঢালিয়া কাচদণ্ড দ্বারা আলোড়ন করিলে উভয়ে অল্পে অল্পে মিলিত হয় স্মৃতরাং কোনরূপ অনিষ্টের আশঙ্কা থাকে না।

জলের সহিত এই দ্রাবকের এরূপ প্রবল আকর্ষণী শক্তি আছে বলিয়া উহা অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে বায়ুস্থিত জল-বাষ্পকে শোষণ করে। ডেসিকেকটর (Dessicator) নামক যে যন্ত্র আর্দ্র বস্তুকে শুষ্ক করিবার নিমিত্ত ল্যাবরেটোরিতে ব্যবহৃত হয়, তাহার মধ্যে সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ থাকিয়া জল শোষণের কার্য করে।

কোন অঙ্গারক পদার্থ উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে ক্লকবর্ণ ধারণ করে। অধিকাংশ অঙ্গারক পদার্থ অঙ্গার, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে উৎপন্ন। জলের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি হেতু সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ অঙ্গারক পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ জলের আকারে টানিয়া লয় ; সুতরাং অঙ্গারমাত্র অবশিষ্ট থাকে বলিয়া পদার্থটা ক্লকবর্ণ ধারণ করে। উত্তাপ সংযোগে এই পরিবর্তন শীঘ্র সংঘটিত হইয়া থাকে।

৭৬ পরীক্ষা।—একটি পোসিলেন্ পাত্রে চিনি রাখিয়া উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ যোগ করিলে চিনি শীঘ্র ক্লকবর্ণ হইয়া যায়।

৭৭ পরীক্ষা। একখণ্ড কাগজের উপর উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ দ্বারা রেখা পাত্ত করিয়া ঈষৎ উত্তপ্ত করিলে দ্রাবকাঙ্ক্ষিত স্থানগুলি ক্লকবর্ণ হইয়া যায়।

জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ প্রথমতঃ একরূপ প্রতিক্রিয়া প্রদর্শন করে না কিন্তু অঙ্গারক পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে ক্লকবর্ণ ধারণ করে। ইহার কারণ এই যে, উত্তাপ সংযোগে জল-মিশ্রিত দ্রাবকের জলীয় ভাগ অপসৃত হইয়া যায় সুতরাং উহা উগ্র দ্রাবকে পরিণত হইয়া অঙ্গারক পদার্থকে ক্লকবর্ণ করে।

বেসের সহিত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ মিশ্রিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে সল্ফেট্ ( Sulphate ) কহে। কতকগুলি সল্ফেট্ জলে সহজেই দ্রবণীয় ; যথা—গ্যামোনিয়ম্ সল্ফেট্, জিন্ক্ সল্ফেট্, কপার সল্ফেট্ ইত্যাদি। অপর কতকগুলি সল্ফেট্ জলে অদ্রবণীয়, যেমন বেরিয়ম্ সল্ফেট্, লেড্ সল্ফেট্ ইত্যাদি। অদ্রবণীয় সল্ফেট্দিগের মধ্যে বেরিয়ম্ সল্ফেট্ যে শুদ্ধ জলে অদ্রবণীয় তাহা নহে, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্ প্রভৃতি দ্রাবক সংযোগেও দ্রব হয় না ; এজন্য বেরিয়ম্ ধাতুর যৌগিক জলে দ্রব করিয়া সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের স্বরূপ নিরূপণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ বিবিধ শিল্পকার্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সোডা ব্যতিরেকে সাবান বা কাচ প্রস্তুত হইতে পারে না—সোডা সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ সাহায্যে প্রস্তুত হইয়া থাকে। হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিড্, নাইট্রিক্ গ্যাসিড্, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আইওডিন্ প্রভৃতি পদার্থ সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্

সাহায্যে উৎপন্ন হয়। পেন্টোলিয়ম্ বিস্ফোরক-করণ ও কৃত্রিম সার প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ। ১। বেরিয়ম্ ক্লোরাইড্ সংযোগে বেতবর্ণ বেরিয়ম্ সল্ফেট্ প্রস্তুত হয়, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ গ্যাসিডে অদ্রবণীয়।

২। সীস-বৌগিকের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ সংযোগে বেতবর্ণ লেড্ সল্ফেট্ প্রস্তুত হয়।

৩। অদারক পদার্থ উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

কার্বন-যুক্ত গন্ধক বৌগিক।

কার্বন ডাই-সল্ফাইড্। (Carbon Di-Sulphide,  $CS_2$ )—কার্বন ও গন্ধক অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে মিলিত হইয়া কার্বন ডাই-সল্ফাইড্ প্রস্তুত হয়। ইহা বর্ণহীন, দুর্গন্ধবৃত্ত, উদ্বায়, তরল পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র উড়িয়া যায় ও সমধিক শৈত্য উৎপাদন করে। গন্ধক, ফস্ফরাস্, আইওডিন্ প্রভৃতি পদার্থ কার্বন ডাই-সল্ফাইডে সহজেই দ্রব হয়।

## সিলিনিয়ম্ (Selenium)

সাত্তিক চিহ্ন Se, পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৮।

এই পদার্থ প্রকৃতি-মণ্ডলে যুক্ত ও অসংযুক্ত উভয়বিধ অবস্থাতেই প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া কতিপয় খনিজ বৌগিক মধ্যে অবস্থিতি করে।

স্বরূপ ও ধর্ম।—সিলিনিয়ম্ চূর্ণ দেখিতে লোহিত বর্ণ। ধর্ম স্বল্পে গন্ধকের সহিত ইহার সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয়। গন্ধকের ন্যায় ইহাও উজ্জল নীলবর্ণ শিখা ধারণ করত; জলিয়া থাকে, দহনকালে গন্ধকের ন্যায় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ ( $SeO_2$ ) নামক বৌগিক প্রস্তুত করে। সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিনিয়ম্ গ্যাসিড্ উৎপন্ন হয়; ইহা সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের অনুরূপ বৌগিক।

সিলিনিয়ম্ হইতে সিলিনিয়ম্ গ্যাসিড্ ব্যতীত সিলিনিক্ গ্যাসিড্ নামক আর একটা দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহা সল্ফিউরিক্ গ্যাসিডের অনুরূপ বৌগিক।

গন্ধকের ন্যায় সিলিনিয়ম্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ ( $H_2Se$ ) নামক বাষ্প প্রস্তুত করে । এই বাষ্প বর্ণহীন, সহজ-দাহ্য ও দুর্গন্ধযুক্ত । সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত ইহার অনেক সাদৃশ্য লক্ষিত হয় ।

## টেলিউরিয়ম্ (Tellurium)

সাহিত্যিক চিহ্ন  $Te$ , পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৫ ।

টেলিউরিয়ম্ অতি দুস্ত্রাপ্য পদার্থ । ধাতুর সহিত অনেকাংশে ইহার সাদৃশ্য থাকিলেও ইহার রাসায়নিক ধর্ম গন্ধক ও সিলিনিয়মের অনুরূপ, এজন্য ইহা ধাতুশ্রেণীভুক্ত না হইয়া গন্ধক ও সিলিনিয়মের সহিত অধাতব মূল পদার্থরূপে পরিগণিত হয় । এই পদার্থ স্বর্ণ ও অপরূপ ধাতুর সহিত মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে । গন্ধক ও সিলিনিয়মের ন্যায় ইহাও নীলাভ-হরিৎবর্ণ শিখা বিস্তার পূর্বক জলিয়া থাকে ; এইরূপে দগ্ধ হইলে টেলিউরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ ( $TeO_2$ ) নামক অক্সিজেন-মিলিত যৌগিক প্রস্তুত হয় । এতদ্ব্যতীত গন্ধক ও সিলিনিয়ম্ যৌগিকের অনুরূপ টেলিউরিক্ য়াসিড্ এবং টেলিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক টেলিউরিয়মের অপর দুইটি যৌগিক আছে ।



# দশম পরিচ্ছেদ ।

## বোরন্ ( Boron )

সাহিত্যিক চিহ্ন B, পারমাণবিক গুরুত্ব ১১ ।

বোরন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায় না । টস্কানি, কালি-ফরিয় প্রভৃতি যে সকল প্রদেশে আগ্নেয়গিরি আছে, তথায় বোরনের যৌগিক যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় ।

বোরন্ ট্রাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম বা পোটাসিয়াম মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বোরন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে । সমধিক তাপ সংযোগে বোরন্ অলিয়া থাকে, এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বোরন্ ট্রাই-অক্সাইড উৎপাদন করে । বোরন্ অতিশয় কঠিন পদার্থ, কাচের উপর টানিলে দাগ পড়ে ।

বোরন্ ট্রাই-অক্সাইড ( $B_2O_3$ )—বোরন্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত করে । ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া বোরাসিক বা বোরিক গ্যাসিড্ রূপে টস্কানি দেশের হ্রদ সমূহে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে এবং সোডিয়াম ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া সোহাগা ( Borax ) রূপে তিব্বত প্রদেশে ভূগর্ভ মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় । টস্কানির হ্রদের জল তাপ সংযোগে ঘন করিলে বোরিক গ্যাসিড্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে, পরে পরিষ্কৃত হইয়া বিক্রয়ার্থ ভিন্ন ভিন্ন দেশে নীত হয় ।

বোরাসিক গ্যাসিড্ অর্থাৎ বোরিক গ্যাসিড্ দানার আকারের দানা বিশিষ্ট এবং মুক্তার ন্যায় চিকণ। অক্ষুণ্ণ দ্বারা পেষণ করিলে মোমবাতির ন্যায় মন্থণ বোধ হয় । ইহা উষ্ণ অপেক্ষা শীতল জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয় এবং আশ্বাদনে স্বাদময় । হরিদ্রা মাখান কাগজ ইহার সংস্পর্শে পাটলবর্ণ ধারণ করে । ইহা শোধিত সূর্য্য দ্রব হয়। সূর্য্য-সায় মিশ্রিত বোরাসিক গ্যাসিডের দ্রাবণ জ্বালাইলে শিখার অগ্রভাগ হরিষ্মণ ধারণ করে ।

সোহাগা ( Borax )—বোরাসিক্ গ্যাসিডের উষ্ণ দ্রাবণে কার্বনেট্ অব সোডা যোগ করিলে সোহাগা (Biborate of Soda,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) প্রস্তুত হয়। ইহা বর্ণহীন ও ক্ষটিকাকার এবং জ্বলং ক্ষার-প্রতিক্রিয়া সম্পন্ন। দৃশ্যকালীন প্রায়ঃ মতঃ দ্রব হইয়া ক্ষীত হয় ; পরে অধিকতর উত্তাপ সংযোগে কাচের ন্যায় স্বচ্ছ আকার ধারণ করে।

সোহাগার সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ গ্যাসিড্ ও শোধিত সূরা মিশ্রিত করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে যে শিখা উৎপন্ন হয়, তাহার পার্শ্বদেশ হরিৎবর্ণে রঞ্জিত থাকে।

বোরাক্স্ এবং বোরাসিক্ গ্যাসিড্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

## সিলিকন্ ( Silicon )

সাম্প্রতিক চিহ্ন Si, পারমাণবিক গুরুত্ব ২৮।

এই অদ্ব্যতব পদার্থ কখনই অসংযুক্ত অবস্থায় থাকে না। ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিকা (বালুকা) রূপে পৃথিবীর সর্বত্রই অপরিমাপ্ত পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এতদ্ব্যতীত ইহা কোয়ার্ট্‌স্ ( Quartz ), এমিথিস্ট্ ( Amethyst ) প্রভৃতি ক্ষটিকাকার পদার্থ এবং অধিকাংশ প্রস্তরের উপাদান। তুল্যদণ্ড নিরূপণে যে গ্যাগেট্ প্রস্তর ব্যবহৃত হয় ( ৮১ পৃষ্ঠা দেখ ), তাহাও সিলিকার রূপান্তর মাত্র। চক্ৰমকি প্রস্তরও ইহার ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে।

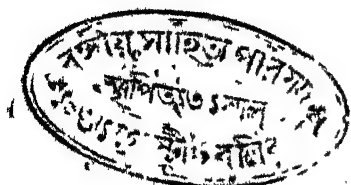
সোডিয়ম্ ধাতুকে সিলিসিক্ ক্লোরাইডের (  $\text{SiCl}_4$  ) বাষ্প মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সিলিকন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহা ক্ষটিক ও দানাঃ বিহীন এই উভয়বিধ আকারেই অবস্থিতি করে। ইহা দেখিতে ধূসর বর্ণ; বায়ু বা অক্সিজেন্ মধ্যে সমধিক উত্তপ্ত হইলে জ্বলিতে থাকে।

সিলিকা নামক সিলিকনের অক্সিজেন-মিশ্রিত যৌগিক বেসের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমধিক উত্তপ্ত হইলে ধাতব সিলিকেট্ প্রস্তুত করে। এই সকল সিলিকেট্দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ও পোটাশিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ জলে দ্রবণীয় এবং কাচের ন্যায় স্বচ্ছ, এজন্য এই দুইটা সিলিকেট্ দ্রবণীয় কাচ (Soluble Glass)।

নামে অভিহিত। ইহাদিগের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ সিলিসিক্ স্যাসিড্ অধঃস্থ হয় এবং সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ জলে দ্রব হইয়া থাকে। অতি পাতলা চৰ্ম্ম-নির্মিত পাত্রে মধ্য এই মিশ্র-পদার্থ রাখিয়া জলপূর্ণ পাত্রে উপর ভাসাইয়া দিলে সিলিকা চৰ্ম্ম-নির্মিত পাত্রে অবস্থিতি করে কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ ও সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ চৰ্ম্মের মধ্য দিয়া নির্গত হইয়া জলের সহিত মিশ্রিত হয়। এইরূপে সিলিকার ন্যায় কতকগুলি পদার্থকে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ প্রভৃতি দানাবিশিষ্ট অপর পদার্থ হইতে চৰ্ম্মপাত্র সাহায্যে সহজেই পৃথক্ করা যায়। এই প্রণালীকে ইংরাজীতে ডায়ালিসিস্ (Dialysis) এবং চৰ্ম্মপাত্রকে ডায়ালাইজার (Dialyser) কহে। সিলিকার ন্যায় যে পদার্থ ডায়ালাইজার ভেদ করিয়া গমন করিতে পারে না তাহাদিগকে ইংরাজীতে কোলয়েড্ (Colloid) এবং দানাবিশিষ্ট যে পদার্থ সহজে তন্মধ্য দিয়া নির্গত হয় তাহাকে ক্রিস্টালয়েড্ (Crystalloid) কহে।

কার-ধাতুর সিলিকেট্ ক্যালসিয়ম্ বা লেড্ সিলিকেটের সহিত মিলিত হইয়া নানা প্রকারের কাচ প্রস্তুত করে। স্যালুমিনিয়ম্ ধাতু বর্ণনা কালে এ বিষয়ের উল্লেখ করা যাইবে।

সিলিকন্ বা সিলিকা হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিডের সহিত সহজে মিলিত হইয়া সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লোরাইড্ (Silicon Tetra-Fluoride,  $\text{SiO}_4$ ) নামক বায়বীয় যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে। এই কারণেই কাচ হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিডের স্পর্শে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিকা এবং হাইড্রো-ফ্লুও-সিলিসিক্ স্যাসিড্ নামক অপর একটা দ্রাবক উৎপন্ন হয়। একটা পরীক্ষা-নলের মধ্যে জল রাখিয়া তন্মধ্যে সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লোরাইড্ প্রবেশ করাইলে এত অগ্নিক সিলিকা পৃথক্ হয় যে জল জমাট বাঁধিয়া যায়।



# একাদশ পরিচ্ছেদ ।

—o—

## ফস্ফরাস্ ( Phosphorus )

সাংকেতিক চিহ্ন P, পারমাণবিক গুরুত্ব ৩০.৯১ ।

প্রকৃতিমণ্ডলে ফস্ফরাস্ যুক্তাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না । ইহা আক্সিজেন ও ক্যালসিয়মের সহিত মিলিত হইয়া ক্যালসিয়ম্ ফস্ফেট্ রূপে অস্থি মধ্যে, উদ্ভিজ্জগতে বীজের মধ্যে এবং ভূগর্ভে কতিপয় খনিজ পদার্থ মধ্যে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে । অস্থি দৃঢ় হইলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহাই ক্যালসিয়ম্ ফস্ফেট্; ইহা হইতে ফস্ফরাস্ প্রস্তুত হয় । ফস্ফরাস্ যুগ্মিক ও ত্রায়ুগ্মণীর একটি প্রধান উপাদান ।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী ।—অস্থি-ভস্ম [ Bone ash,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ] উগ্র সল্ফিউরিক্ অ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়ম্ সল্ফেট্ ও ক্যালসিয়ম্ সুপার্ ফস্ফেট্ [  $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$  ] নামক দুইটা লবণ প্রস্তুত হয় । ক্যালসিয়ম্ সল্ফেট্ শ্বেতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হয় কিন্তু ক্যালসিয়ম্ সুপার্ ফস্ফেট্ জলের মধ্যে দ্রব হইয়া রহে । এই দ্রাবণ উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া কয়লার সহিত একত্রে মিশ্রিত করতঃ যুগ্মিকা-নির্মিত পাত্রে স্থাপন করিয়া পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সুপার্ ফস্ফেট্ প্রথমতঃ মেটা-ফস্ফেটে [  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$  ] পরিণত হয় এবং ইহা হইতে ফস্ফরাস্ পরিষ্কৃত হইয়া বাষ্পাকারে নির্গত হয় । এই বাষ্প নল দ্বারা শীতল জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ফস্ফরাস্ হরিদ্রাবর্ণ তরল পদার্থের আকারে পাত্রে তলদেশে জমাট বাঁধে, পরে ইহাকে ছাঁচে ঢালিয়া বাহ্যিক আকারে পরিণত করা হয় । ফস্ফরাস্ প্রস্তুত হইবার সময় যে রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া উপস্থিত হয় তাহা নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা প্রদর্শিত হইতেছে :—



ক্যালসিয়ম্  
মেটা-ফস্ফেট্

কার্বন্

ফস্ফরাস্

ক্যালসিয়ম্

কার্বন্

ট্রাই-ফস্ফেট্ , • ফস্ফরাস্

**স্বরূপ ও ধর্ম**।—ফস্ফরাস দেখিতে জৈব হরিদ্রাবর্ণ, মোমের ন্যায় কোমল। অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে এই পদার্থ হইতে ধ্বংসবর্ণ ধূম নির্গত হইতে থাকে, এবং অন্ধকার মধ্যে রাখিলে নীলবর্ণ আলোক নিঃসৃত হয়। ইহা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; আঘাত বা সামান্য ঘর্ষণ জনিত উত্তাপেই—এমন কি শুষ্ক হস্ত দ্বারা ধারণ করিলেই—ইহা জলিয়া উঠে, এজন্য ইহা সাবধানে ব্যবহার করা কর্তব্য। দগ্ধ হইবার সময় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্ফরাস পেন্টক্সাইড (Phosphorus Pentoxide,  $P_2O_5$ ) প্রস্তুত করে এবং নাইট্রোজেনকে মুক্ত করিয়া দেয়। নাইট্রোজেন প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ফস্ফরাস ব্যবহৃত হয়, ইহা পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

ফস্ফরাস জলে দ্রবণীয় নহে কিন্তু তৈলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হয়; কার্বন্ ডাই-সল্ফাইড নামক তরল পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হয়। ইহা একটা বিষাক্ত পদার্থ।

সচরাচর ফস্ফরাস হরিদ্রা ও রক্তবর্ণ এই দ্বিবিধ আকারে দৃষ্ট হয়। রক্ত-বর্ণ ফস্ফরাস (Red or Amorphous Phosphorus) হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাসের রূপান্তর মাত্র হইলেও ধর্ম সম্বন্ধে উভয়ের মধ্যে সর্বাংশ পার্থক্য লক্ষিত হয়। ইতিপূর্বে কথিত হইয়াছে যে হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাস অতি সামান্য উত্তাপেই জলিয়া উঠে কিন্তু রক্তবর্ণ ফস্ফরাস  $260^{\circ}C$  তাপমাত্রায় নিম্নে জলে না এবং এই তাপ-মাত্রায় ইহা হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাসে পরিণত হইয়া জলিতে থাকে। রক্ত-বর্ণ ফস্ফরাস কার্বন্ ডাই-সল্ফাইডে দ্রবণীয় নহে।

হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাসকে হাইড্রোজেন বা কার্বন্ ডাই-অক্সাইড বাষ্পমধ্যে রাখিয়া  $280^{\circ}C$  এ উত্তপ্ত করিলে গাঢ় রক্তবর্ণ অস্বচ্ছ পদার্থে পরিণত হয়, ইহাই রক্তবর্ণ ফস্ফরাস।

পূর্বে দীপশলাকা প্রস্তুত করিবার জন্য হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাস ব্যবহৃত হইত। প্রথমতঃ কাঠির মুখে গন্ধক বা প্যারাক্সিন মাখাইয়া পরে হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফরাস, ক্লোরট বা নাইট্রেট অব পটাশ, মের্টে সিদ্ধুর এবং শিরীস একত্রে মিশ্রিত করতঃ তন্মধ্যে কাঠির অগ্রভাগটা নিমজ্জিত করিয়া এই দীপশলাকা প্রস্তুত হইত। ইহাই লুসিফার ম্যাচ (Lucifer match) নামে পরিচিত। এই সকল দীপশলাকা যেখানে সেখানে ঘসিলে জলিয়া উঠে, বিশেষতঃ শিশুগণ

ভাগ সেকো মিশ্রিত থাকে, এজন্য হরিতাল সেবন করিলেও শরীরে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায়। ইহা রং দিবার জন্য এবং অন্যান্য শিল্পকার্যে ব্যবহৃত হয়। মনঃশিলাও কদাচংবিষরূপে ব্যবহৃত হয়। দারমুজ নামক আর্সেনিকের সল্ফিউর-মিশ্রিত অপর একটি যৌগিকও কখন কখন বিষরূপে ব্যবহৃত হইতে দেখা যায়। আর্সেনিক্ ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিলিত হইয়া আর্সিনিউরটেড্ হাইড্রোজেন্ ( $AsH_3$ ) নামক এক ভয়ঙ্কর বিষাক্ত বাষ্প প্রস্তুত হয়। গেলেন্ (*Gehlen*) নামক বৈজ্ঞানিক এই বাষ্প আবিষ্কার করেন কিন্তু দুঃখের বিষয় এই যে এই বাষ্প সামান্য পরিমাণে অত্যন্ত ভাবে আত্মাণ করিয়া তিনি মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিলেন। দস্তা, সল্ফিউরিক্ স্যাসিড্ ও আর্সেনিক্ যৌগিক একত্রে মিশ্রিত করিলে এই বাষ্প নির্গত হয়; ইহা দীপালোক সংযোগে নীলাভ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। একথও পোর্সিলেন্ এই শিখার উপর ধারণ করিলে কৃষ্ণবর্ণ দাগ পড়ে; সোডিয়ম্ হাইপোক্লোরাইটের দ্রাবণ সংযোগে এই দাগ মিলাইয়া যায়। আর্সেনিকের স্বরূপ নিরূপণের নিমিত্ত এই পরীক্ষা ব্যবহৃত হয়; ইহা মার্শের পরীক্ষা (*Marsh's Test*) নামে প্রসিদ্ধ।

আর্সেনিকের স্বরূপ নিরূপণ।—সল্ফিউরটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ সল্ফাইড্ অব্ আর্সেনিক্ প্রস্তুত হয়। ইহা কটিক্ সোডা বা পটাশ্, স্যামোনিয়া ও স্যামোনিয়ম্ সল্ফাইডের দ্রাবণে দ্রবণীয়।

২। স্যামোনিয়া ও সিল্ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ আর্সেনাইট্ অব্ সিল্ভার্ উৎপন্ন হয়।

৩। স্যামোনিয়া ও কপার্ সল্ফেট্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ সিলিন্ড্রীন্ (*Scheele's Green*) প্রস্তুত হয়।

৪। আর্সেনিকের যে কোন যৌগিকের সহিত জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ স্যাসিড্ যোগ করিয়া তন্মধ্যে একখণ্ড উজ্জ্বল তাম্রপাত নির্মজ্জিত করতঃ কুটাইলে তাম্রপাতের উপর কৃষ্ণবর্ণ আবরণ পতিত হয়; এই আবরণ তাম্র ও আর্সেনিক্ এতদুভয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন হয়। তাম্রপাত খানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খণ্ডে বিভক্ত করিয়া একটা শুষ্ক সর ছোট পরীক্ষামলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নলের উদ্ধৃহিত শীতলাংশে আর্সিনিয়স্ স্যাসিডের অষ্টকোণ-বিশিষ্ট কটিকগুলি জন্মিয়া শুষ্ক গোলাকার রূপে পাত করে; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে এই কটিকগুলি পরিষ্কার রূপে দৃষ্ট হয়।

আর্সেনিকের স্বরূপ-নিরূপণের নিমিত্ত শেযোক্ত পরীক্ষাটি রায়েস্কা  
পরীক্ষা ( Reinsch's Test ) নামে প্রসিদ্ধ ।

মার্সের মতে আর্সেনিক্ বেক্রপে পরীক্ষিত হয় তাহা ইতি পূর্বে<sup>১</sup> বর্ণিত  
হইয়াছে ।

---

প্রথমভাগ সমাপ্ত ।







